



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
FACULDADE DE EDUCAÇÃO – FE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO – PPGE

KAROLINA MARTINS ALMEIDA E SILVA

**QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS E O PENSAMENTO COMPLEXO:
TECITURAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS**

Brasília
2016

KAROLINA MARTINS ALMEIDA E SILVA

**QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS E O PENSAMENTO COMPLEXO:
TECITURAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação da
Faculdade de Educação da Universidade de Brasília
para a obtenção do grau de Doutora em Educação.
Linha de Pesquisa: Educação em Ciências e
Matemática
Orientador: Prof. Dr. Wildson Luiz Pereira dos
Santos

Brasília

2016

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

MSI586 Martins Almeida e Silva, Karolina
q Questões Sociocientíficas e o Pensamento Complexo:
Técnicas para o Ensino de Ciências / Karolina
Martins Almeida e Silva; orientador Wildson Luiz
Pereira dos Santos. -- Brasília, 2016.
303 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Educação) --
Universidade de Brasília, 2016.

1. Questões Sociocientíficas. 2. Ciência
Tecnologia-Sociedade (CTS). 3. Pensamento Complexo.
4. Ensino de Ciências. 5. Complexidade. I. Luiz
Pereira dos Santos, Wildson , orient. II. Título.

KAROLINA MARTINS ALMEIDA E SILVA

**QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS E O PENSAMENTO COMPLEXO:
TECITURAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro Guilherme Rocha dos Reis
Instituto de Educação – Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Otavio Aloisio Maldaner
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências – Unijuí

Prof. Dr. Elimar Pinheiro do Nascimento
Centro de Desenvolvimento Sustentável – UnB

Profa. Dra. Maria Helena da Silva Carneiro
Faculdade de Educação – UnB

Profa. Dra. Simone Sendin Moreira Guimarães
Instituto de Ciências Biológicas – UFG



**RELATÓRIO DE DEFESA DE TESE
DOUTORADO**

Universidade de Brasília - UnB
Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação - DPP
Secretaria de Administração Acadêmica - SAA

1 - Identificação do Aluno

Nome Karolina Martins Almeida e Silva	Matrícula 12/0047519
Curso Educação	
Área de Concentração	Código 345
	Departamento FE

2 - Sessão de Defesa de Tese

Título
Questões Sociocientíficas e o Pensamento Complexo: Tecituras para o Ensino de Ciências

3 - Comissão Examinadora

Nome	Função	Assinatura
WILDSON LUIZ PEREIRA DOS SANTOS (Doutor)	Membro Interno vinculado ao programa (Presidente) Instituto de Química	<i>W. L. P.</i>
ELIMAR PINHEIRO DO NASCIMENTO (Doutor)	Membro Interno não vinculado ao programa Fundação Universidade de Brasília	<i>Elmar P. N.</i>
MARIA HELENA DA SILVA CARNEIRO (Doutor)	Membro Interno vinculado ao programa Departamento de Métodos e Técnicas	<i>M. H. S. C.</i>
OTÁVIO ALOÍSIO MALDANER (Doutor)	Membro Externo não vinculado ao programa Univ Regional Noroeste do Estado Rio Grande do Sul	<i>O. A. M.</i>
Pedro Guilherme Rocha dos Reis (Doutor)	Membro Externo Estrangeiro Universidade de Lisboa	
Simone Sendin Moreira Guimarães (Doutor)	Membro Externo não vinculado ao programa (Suplente) Universidade Federal de Goiás	<i>S. M. G.</i>

4 - Resultado

A Comissão Examinadora, em 22/04/2016 após exame da Defesa de Tese e arguição do candidato, decidiu:

- Pela aprovação da Tese Pela aprovação da Tese, com revisão de forma, indicando o prazo de até 30 dias para apresentação definitiva do trabalho revisado.
- Pela reprovação da Tese Pela reformulação da Tese, indicando o prazo de _____ para nova versão.

Preencher somente em caso de revisão de forma:

- O aluno apresentou a revisão de forma e a Tese foi aprovada.
- O aluno apresentou a revisão de forma e a Tese foi reprovada.
- O aluno não apresentou a revisão de forma.

Autenticação
Presidente da Comissão Examinadora

22, 04, 2016
Data

W. L. P.
Assinatura/Carimbo

Autenticação
Coordenador do Curso

Data Assinatura/Carimbo

Ciente
Aluno

22, 04, 2016 *Karolina Martins A. e Silva*
Data Assinatura/Aluno

Este relatório não é conclusivo e não tem efeitos legais sem a aprovação do Decanato de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade de Brasília.

Aprovação do Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Decisão:

- Homologar

Data

Assinatura do Decano

Dedico este trabalho à minha avó querida Delfina Geraldina Almeida Silva (*in memorian*), artesã que me ensinou pelas tramas do seu croché a ser paciente, resiliente e perseverante. Sei que de onde está emana a força que eu preciso para acreditar que meus sonhos possam ser concretizados!

AGRADECIMENTOS

Ao professor Wildson Santos, por ter aceitado me orientar, pelos conselhos, por me questionar a todo tempo, fazer refletir e, principalmente por ter me acolhido como uma filha em Brasília me dando todo suporte necessário para que a minha qualificação profissional se desse de forma proveitosa;

À professora Maria Helena Carneiro por me fazer refletir sobre o contexto educativo, por trazer grandes contribuições no exame de qualificação e por ser tão querida e disposta a conversar sobre as questões da tese;

Ao professor Elimar Pinheiro, pelas contribuições no exame de qualificação, por ter me feito observar aquilo que eu não pude perceber devido as minhas limitações e imaturidade;

Ao professor Pedro Reis, por ser tão gentil e prestativo me enviando leituras importantes para o meu amadurecimento teórico. Seus trabalhos sobre as QSC e o ensino de ciências me inspiram sempre e me fazem acreditar na formação cidadã!

Ao meu amor, namorado, amigo e companheiro Anderson Ricardo por me apoiar, me fortalecer, me compreender, por seu carinho e dedicação comigo;

Aos amigos Sabrina Miranda e Plauto de Carvalho, por terem me feito acreditar que seria possível pleitear uma vaga de doutorado na UnB e por terem me acolhido em Brasília durante os primeiros meses de qualificação;

Aos amigos-irmãos Lorena Costa e Cristiano Costa, conselheiros e companheiros nas reflexões sobre a vida e a Educação;

Ao Ronés Paranhos, amigo-irmão que guardo no meu coração e que sempre me deu apoio e incentivo na caminhada acadêmica;

À amiga Simone Sendin, por ter me “contaminado” com suas reflexões acerca do pensamento complexo e projeções no ensino de ciências e, principalmente, por estar sempre disposta a me ouvir e aconselhar nos momentos de crise;

À amiga-irmã Eugênia Guilarducci, por acreditar mais em mim do que eu mesma, por sempre me incentivar a buscar os meus objetivos;

À Roseline, que pude fortalecer a minha admiração e os laços de amizade por meio da nossa convivência em viagens, por seus constantes questionamentos que me motivam sempre a organizar melhor minhas ideias;

Ao colega de doutoramento, Marcos Fernandes, por me dar o suporte que precisava no final do “segundo tempo”, lá de Goiás, me enviando todos os dias mensagens encorajadoras para “finalizar” a escrita do texto;

À colega de doutoramento Shirley Buffon, que esteve desde o início dessa jornada dividindo comigo as angústias, dúvidas e reflexões, me apoiando nos momentos em que acreditava que eu não poderia;

Ao Grupo de Pesquisa Educação Científica e Cidadania, na figura dos colegas Tiago Ramos, Maria Stela, Anderson Jésus, Wanna Santos, Lua Isis, Nilia Lacerda, Eloisa Assunção e Alessandro Barbosa pelos questionamentos e reflexões que surgiram de nossas reuniões;

Aos amigos e colegas da área de Educação/Ensino de Ciências da UFT Gecilane Ferreira, Wagner Mariano, Rubenilson Araújo e Roberto Dalmo, que viveram comigo o processo de doutoramento e me deram apoio sempre que precisei;

Aos meus queridos alunos da UFT – Campus de Araguaína, das turmas de Metodologia do Ensino de Biologia I e II, de Didática e Formação de Professores e do PIBID-Biologia, que contribuem efetivamente com o meu amadurecimento pessoal, profissional e com as reflexões descritas nessa tese;

Ao Sr. Raimundo Nonato, coordenador da Divisão de Manutenção dos Apartamentos de Trânsito (DMAT – UnB), que disponibilizou os períodos que eu precisava para concluir as etapas desse trabalho.

Aos amigos da Colina: Marianela Navarro, Luciane Batistella e Sebastien Stefan, que foram meus companheiros e confidentes durante a minha estadia em Brasília.

Aos amigos do Transhotel que são minha família em Araguaína: Raimundo Nonato, Domenica Palomaris, Davi Carvalho, Roberta Silva, Emerson Mendes, Marilú Santos, Jardel Machado,

Carol Conti, Marco Aurélio, Rômulo Rizzardo, Aline Cantoni, Rubens Fausto, Gerson Fausto, Magale Rambo, Sileimar Lellis, Dina Ferraresi, José Roberto e Cheila Cristina... que souberam fazer dos meus momentos de crise – “tesite”, serem mais engraçados e alegres e menos angustiantes;

À minha família: meus pais Zélia Maria e Gilberto Antônio; irmãos Annelize e Kauê; tios Álvaro Tobias, Maria Rosária, Antônio Jorge, Siomara Martins e Carlos Antônio; vó Dyrce e; primos Danielle, Álvaro e Breno. Porque sempre me acolheram e motivaram... sempre me deram força!

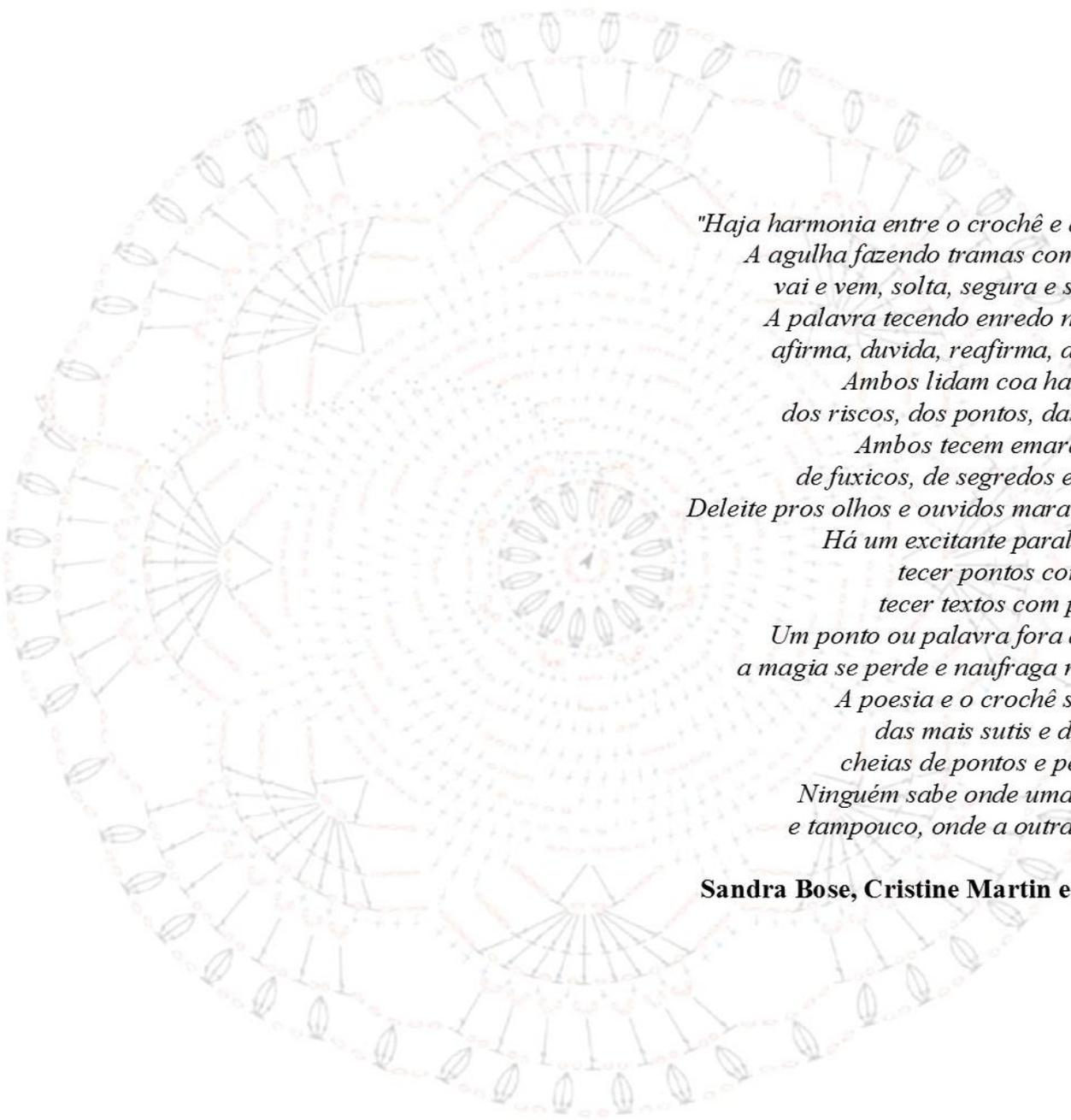
À CAPES, pelo incentivo da bolsa durante os primeiros dois anos de qualificação;

Todos vocês partilharam comigo momentos de felicidade, dúvidas e ansiedade...

Me ajudaram a tramar os fios para engendrar as tecituras desse trabalho

Me fizeram forte para que essa etapa de formação profissional fosse concluída...

Meu muito obrigada!



*"Haja harmonia entre o crochê e a poesia!
A agulha fazendo tramas com a linha:
vai e vem, solta, segura e se alinha.
A palavra tecendo enredo na mente:
afirma, duvida, reafirma, desmente.
Ambos lidam coa habilidade:
dos riscos, dos pontos, das tramas.
Ambos tecem emaranhados:
de fuxicos, de segredos e dramas.
Deleite pros olhos e ouvidos maravilhados.
Há um excitante paralelo entre
tecer pontos com linha e
tecer textos com palavras.
Um ponto ou palavra fora do lugar,
a magia se perde e naufraga na trama.
A poesia e o crochê são artes,
das mais sutis e delicadas,
cheias de pontos e pespontos.
Ninguém sabe onde uma começa,
e tampouco, onde a outra acaba."*

Sandra Bose, Cristine Martin e Lu Dias

RESUMO

O presente trabalho, de cunho teórico, teve por objetivo delinear, a partir do pensamento complexo, princípios epistêmicos teórico-estratégicos orientadores nas discussões sobre Questões Sociocientíficas (QSC) em aulas de ciências. Nesse sentido, os estudos foram direcionados em duas dimensões complementares: a dimensão epistêmica e a didático-pedagógica, sendo que, cada uma delas comporta elementos teórico-reflexivos voltados à análise da natureza complexificada das QSC. Para tanto, inicialmente, definiu-se as ligações conceituais das QSC e da Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) em uma via de “complementariedade objetiva específica” visto que, objetivamente expressam abordagens complementares no que se refere aos propósitos gerais acerca da educação científica e porque as QSC possuem objetivações específicas, no caso, a evidente expressão dos valores nos julgamentos das controvérsias. Também realizou-se uma leitura sistemática dos documentos curriculares oficiais e identificou-se que os mesmos sinalizam aspectos sociocientíficos relacionados à abordagem das inter-relações CTS, bem como a importância da contextualização histórica, social e cultural. Em continuidade, uma revisão ampla das pesquisas sobre QSC no contexto internacional e nacional foi realizada no intuito de caracterizar seus elementos conceituais e metodológicos. A análise indicou que as pesquisas expressam um caráter fundamentalmente metodológico visto que em sua maioria, estão voltadas à compreensão e análise da qualidade das argumentações, de interações discursivas e apropriação do conhecimento científico. Desse modo, a complexificação das QSC objetivamente as situam enquanto unidades complexas em relação ao seu estatuto epistêmico e às suas competências formativas. Nesse sentido, a natureza epistêmica das QSC foi caracterizada neste trabalho pela relação de três elementos conceituais: a) científico-tecnológico: indica as inter-relações CTS; b) valorativo: explicita os valores éticos e morais e; c) multidisciplinar: representa a multiplicidade de saberes. Assim, a base da proposta didático-pedagógica foi construída por meio de quadros de estudo em uma via organizacional dos conceitos voltados à relação entre as dimensões epistêmica e didático-pedagógica por meio de descrições dos indicadores que as configuram, e por isso compreendidos como “princípios teórico-estratégicos”. Os princípios compõem o “Quadro de Referência” para a complexificação das QSC e foram assim caracterizados: 1) Natureza das QSC; 2) Situação problemática; 3) Contexto histórico-sócio-cultural; 4) Conhecimento pertinente; 5) Fundamentos Formativos Identitários e; 6) Estratégias organizacionais. Vale ressaltar que a complexificação das QSC perpassa pela fundamentação e caracterização dos elementos que consubstanciam a natureza epistêmica e seus aspectos relacionais com vistas a abordagem estratégica. Isso intencionalmente ressignifica a importância em se considerar as controvérsias das QSC na perspectiva da complexidade quando abordadas em aulas de ciências. Além disso, a significação didático-pedagógica compreende os princípios teórico-estratégicos em uma via de mão-dupla, ou seja, como “ponto de partida” na orientação do planejamento estratégico e, na objetivação das discussões de controvérsias sociocientíficas. Assim sendo, os princípios teórico-estratégicos passarão a ser efetivamente coordenados e relacionados uma vez que os docentes adquiram percepções mais conscientes acerca da perspectiva da complexidade em um processo investigativo gradual mediante a implementação e experiência de formas concretas de intervenção, tendo como referência a realidade da sua sala de aula.

Palavras-Chave: QSC; CTS; Pensamento Complexo; Ensino de Ciências; Complexidade.

ABSTRACT

The current project of theoretical nature has aimed to outline, as complex thought, theoretical-strategic epistemic principles based on the discussions of the socio-scientific issues (QSC) in science classes. In this sense, the studies were directed in two complementary dimensions: epistemic and didactic-pedagogic dimensions and each involves theoretical-reflective elements aimed to analyzing the complex nature of the QSC. Therefore, the QSC conceptual connections were initially set up and Education Science-Technology-Society (STS) by means of “specific objective complementary”, as objectively, denote complementary approaches regarding general purposes about science education and reasons for QSC having specific objectivities; in this case, the clear expression of the dispute trial values. There was also a systematic reading of the official curriculum documents and it was identified that they present social-scientific aspects related to the CTS interrelations approach as well as the importance of the historical, social and cultural context. Furthermore, a further research review on QSC in international and national contexts was conducted in order to characterize its conceptual and methodological elements. This analysis indicated that research expresses a fundamentally methodological character, since, in most cases, they are aimed to understanding and analyzing the argument quality, discursive interactions and scientific knowledge appropriation. Thus, objectively, the QSC complexity is situated as complex units in relation to its epistemic status and its training skills. In this sense, the QSC epistemic nature was characterized in this project by the means of three conceptual elements: a) scientific and technological: denotes the CTS interrelations; b) evaluative: explicit ethical and moral values c) multidisciplinary: represents the knowledge multiplicity. Therefore, the basis of didactic-pedagogic proposal was built by means of study groups in an organized concept manner focused on the relationship between epistemic and didactic and pedagogic dimensions by descriptive indicators that make up and therefore understood as “theoretical and strategic principles”. The principles make up the “Framework” for the complexity of QSC and were characterized as follows: 1) Nature of QSC; 2) Problematic situation; 3) historical and socio-cultural context; 4) relevant knowledge; 5) Identity Formed Fundamentals and 6) organizational strategies. It is worth observing that the complexity of QSC runs through the foundation and characterization of the elements that embody the epistemic nature and its relational aspects with a view to strategic approach. This intentionally reframes the importance of considering the controversies of QSC in view of the complexity when covered in science classes. Moreover, the didactic-pedagogic significance comprises the theoretical and strategic principles in a two-way route, that is, as “starting point” in guiding the strategic planning and objectification of the discussions of socio-scientific controversies. Thus, the theoretical and strategic principles will be effectively coordinated and related to the extent that teachers acquire more conscious perceptions on the complexity perspective in a gradual investigative process to the implementation and experience of concrete forms of intervention, taking into consideration the classroom reality.

Keywords: QSC; STS; Complex thought; Science teaching; Complexity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Lista de figuras

Figura 1	Dimensões complementares para compreensão estratégica das QSC.....	32
Figura 2	Representação da Complementariedade Objetiva Específica CTS-QSC.....	42
Figura 3	Quantitativo de publicações internacionais e ano de publicação.....	62
Figura 4	Produção científica internacional referente à su origem.....	63
Figura 5	As teorias da informação, cibernética e sistêmica e o pensamento complexo...	106
Figura 6	Circuito conceitual entre a ordem (organização) e desordem.....	114
Figura 7	Engrenagem representativa das relações entre os conceitos-chave para a composição basal do pensamento complexo.....	119
Figura 8	Inter-relações CTS e a localidade das QSC via ASC.....	134
Figura 9	Representação dos elementos imbricados nas discussões de QSC.....	153
Figura 10	Diferentes referências consideradas na formulação do conhecimento escolar...	163
Figura 11	Construção do conhecimento escolar.....	166
Figura 12	Referências, Fontes e Critérios para organização do conhecimento escolar.....	169
Figura 13	Constituição da Identidade Planetária via diversidade da consciência humana.	175
Figura 14	O princípio Ético na revitalização da tríade indivíduo/sociedade/espécie.....	178
Figura 15	Base Conceitual da Dimensão Didático-Pedagógica.....	186
Figura 16	Esquema analítico para identificação de elementos conceituais das QSC.....	193
Figura 17	Sistema de metapontos de vista sobre o conhecimento do conhecimento de problemas fundamentais.....	197
Figura 18	Pontos de análise para organização de conhecimentos pertinentes às QSC.....	204
Figura 19	Integração dos princípios indicadores para a complexificação de QSC.....	216

Lista de quadros

Quadro 1	Elementos textuais que sinalizam a abordagem das controvérsias sociocientíficas no Ensino de Ciências.....	51
Quadro 2	Periódicos Internacionais e Nacionais da área de Educação/Ensino de Ciências.....	61
Quadro 3	Síntese da descrição-analítica dos objetivos das publicações internacionais.....	65
Quadro 4	Síntese das subcategorias elaboradas a partir da identificação das estratégias metodológicas nas publicações internacionais e nacionais.....	67
Quadro 5	Síntese das subcategorias elaboradas a partir do delineamento dos pressupostos teóricos identificados nas publicações internacionais.....	68
Quadro 6	Síntese dos referenciais teóricos mais citados nos periódicos internacionais e nacionais.....	70
Quadro 7	Síntese das inferências dos princípios conceituais das QSC encontrados nos artigos internacionais e nacionais de natureza teórica.....	71
Quadro 8	Categorias relacionadas aos tipos de inferência de cunho predominantemente pedagógico.....	74
Quadro 9	Categorias relacionadas aos tipos de inferência de cunho predominantemente investigativo.....	75
Quadro 10	Dissertações e Teses sobre controvérsias sociocientíficas no Brasil (2000-2013).....	78
Quadro 11	Síntese da descrição-analítica das Dissertações.....	83
Quadro 12	Síntese da descrição-analítica das Teses.....	87
Quadro 13	Síntese histórica dos autores clássicos e a apresentação dos elementos para a conceituação de “sistemas complexos”.....	95
Quadro 14	Princípios da Inteligibilidade a partir do contraponto-propositivo entre “paradigma da simplificação e “paradigma da complexidade”.....	109
Quadro 15	Definições conceituais das categorias organizadoras para a transição do “pensamento simples” para o “pensamento complexo”.....	167
Quadro 16	Temas CTS e a caracterização da relação dos âmbitos envolvidos.....	189
Quadro 17	Dimensões e transições com vistas ao pensamento complexo.....	199
Quadro 18	Princípios teórico-estratégicos indicadores para a complexificação de QSC.....	214

LISTA DE ABREVIATURAS

CTS	Ciência-Tecnologia-Sociedade
CTSA	Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
QSC	Questões Sociocientíficas
ASC	Aspectos Sociocientíficos
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
EPA	Environmental Protection Agency
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisa
LDB	Lei de Diretrizes e Bases 9.394/96
ACT	Alfabetização em Ciência e Tecnologia
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCN+	Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
OCNEM	Orientações Curriculares para o Ensino Médio
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e Cultura
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
MEC	Ministério da Educação e Cultura
DCNG	Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior
SSI	Socio-scientific Issues
STS	Science-Technology-Society
PISA	Programa de Avaliação Internacional de Estudantes
IES	Instituição de Ensino Superior
EJA	Educação de Jovens e Adultos
FCE	Fundamentos do Conhecimento Escolar
FFI	Fundamentos Formativos Intencionais

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	23
1 QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS E O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	35
1.1 Movimento e Educação CTS.....	35
1.2 QSC e suas relações com a Educação CTS:.....	39
1.3 QSC e objetivações.....	43
1.3.1 Natureza da Ciência.....	43
1.3.2 Habilidades argumentativas.....	44
1.3.3 Análise das informações científicas.....	45
1.3.4 Padrões de Raciocínio Informal.....	45
1.3.5 Valores éticos e morais.....	46
1.4 QSC e o currículo de Ciências do Brasil.....	47
1.4.1 Um breve histórico da Educação CTS no currículo.....	47
1.4.2 QSC e os documentos curriculares oficiais para o Ensino de Ciências.....	50
2 REVISÃO DE LITERATURA SOBRE QSC.....	59
2.1 Artigos em periódicos nacionais e internacionais.....	62
2.1.1 Objetivos.....	64
2.1.2 Estratégias metodológicas para abordagem das QSC.....	66
2.1.3 Pressupostos Teóricos.....	67
2.1.4 Principais Inferências Teóricas.....	71
2.2 Dissertações e Teses.....	77
2.3 Síntese e problematização.....	90
3 PENSAMENTO COMPLEXO E ENSINO EDUCATIVO.....	93
3.1 Sistemas Complexos.....	94
3.2 A intenção da complexidade e a reforma do pensamento.....	98
3.2.1 Bases teóricas e o pensar complexo.....	99
3.2.2 Princípios da Inteligibilidade.....	107
3.2.3 Operadores orgânicos do pensamento complexo.....	110
3.3 Educação, ensino e o pensamento complexo.....	120
4 COMPLEXIFICAÇÃO DAS QSC.....	127
4.1 A intenção da complexificação das QSC.....	128
4.2 A Natureza das QSC.....	130
4.2.1 Diferentes nomenclaturas, mesmas definições?.....	131
4.2.2 As controvérsias e as QSC.....	135

4.2.3 Elementos que caracterizam a natureza das QSC.....	139
4.2.3.1 Elemento científico-tecnológico.....	140
4.2.3.2 Elemento valorativo.....	144
4.2.3.3 Elemento multidisciplinar.....	149
5 BASE CONCEITUAL DA PROPOSTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA.....	156
5.1 Práxis educativa e o conhecimento complexificado.....	157
5.2 Fundamentos para organização da proposta didático-pedagógica.....	159
5.2.1 Fundamentos do Conhecimento Escolar – Complexificado.....	160
5.2.2 Fundamentos Formativos Intencionais (FFI).....	170
5.2.2.1 Fundamento Identitário – consciência humana.....	171
5.2.2.2 Fundamento Ético – consciência antropológica.....	176
5.3 Currículo e transdisciplinaridade.....	181
6 QUADRO DE REFERÊNCIA COMPLEXIFICADO.....	187
6.1 Quadro de Estudo 1: Natureza das QSC e a organização da problemática.....	188
6.2 Quadro de Estudo 2: Conhecimento pertinente e os eixos metadisciplinares.....	194
6.3 Quadro de Estudo 3: FFI e o contexto sócio-histórico-cultural.....	205
6.4 Quadro de Estudo 4: Estratégias organizacionais.....	208
TECITURAS FINAIS.....	219
REFERÊNCIAS.....	229
APÊNDICES.....	237
Apêndice A Quadro de identificação de periódicos internacionais.....	239
Apêndice B Quadro de identificação das publicações em periódicos internacionais.....	241
Apêndice C Quadro de identificação das publicações em periódicos nacionais.....	251
Apêndice D Síntese da análise categorial dos artigos de periódicos internacionais.....	253
Apêndice E Síntese da análise categorial dos artigos de periódicos nacionais.....	276
Apêndice F Categorizações dos referenciais mais citados nas publicações internacionais e nacionais.....	284

INTRODUÇÃO

Quando pensamos em educação, especificamente no contexto da escola, cabe evidenciar que se trata de uma possibilidade para a consolidação da participação social. Isto porque, a escola como instituição socializadora de saberes sistematizados – contextualizados histórica e culturalmente – expressa sua função social face ao objetivo primordial de formar cidadãos¹. No entanto, é preciso reconhecer seu inerente antagonismo: ser, ao mesmo tempo, um instrumento de dominação e reprodução das relações sociais, mas também de transformação/emancipação social.

Dessa forma, podemos caracterizar a escola como um campo de disputas ideológicas, pois é representante de concepções de mundo embasadas em ideologias que, ao mesmo tempo, as reflete na sociedade em que se insere. Portanto, é preciso ressignificá-la a partir de suas relações com a sociedade e apreender os aspectos referentes à sua função social. Nesse sentido, calcada no objetivo de transformação da sociedade, a educação/escola poderá ser vista como uma possibilidade de superação e/ou transformação das relações sociais em uma perspectiva de educação emancipatória².

A função da escola pode ser evidenciada pela responsabilidade de se estabelecer relações entre a teoria e a prática; entre o conhecimento sistematizado e a realidade dos educandos; entre o ensino e formação cidadã; entre valores e decisões coletivas... Enfim, em todos seus âmbitos – planejamento, gestão, currículo, disciplinas, metodologias de ensino, materiais didáticos, professores, educandos, etc. – é desafiada a todo momento a lidar com a complexidade das relações.

Se partirmos do pressuposto de que a escola, como unidade de um sistema complexo, em que são expressas as relações e contradições de suas sub-unidades, é preciso que nossas reflexões-ações sejam capazes de apreender os objetos em seu contexto, seu conjunto e sua complexidade. Nos dizeres de Morin (2002b), a educação deveria tratar saberes “fundamentais” em toda sociedade e em toda cultura de acordo com modelos e regras próprias a cada sociedade

¹ Consideramos o conceito de formação cidadã calcado nas descrições de Edgar Morin. Para o autor, a educação deve contribuir não somente para a tomada de consciência de nossa Terra-Pátria, mas também permitir que esta consciência se traduza em vontade de realizar a cidadania terrena. Essa cidadania é fundada nos princípios da antropoética, ou seja, na consciência individual para além de sua individualidade.

² A “educação emancipatória” é caracterizada pela possibilidade de um ensino crítico, criativo e comprometido com a mudança social. Está para a formação de um cidadão autônomo, cuja formação deverá ser desenvolvida por meio de um trabalho educativo calcado na perspectiva de democracia, conjunto e compromisso (FREIRE, 1997).

e a cada cultura e, deste modo, “(...) promover a ‘inteligência geral’ apta a referir-se ao complexo, ao contexto, de modo multidimensional e dentro da concepção global” (p. 39).

Logo, podemos situar a dinâmica do “ensino educativo”³ nas contradições que a caracterizam como campo de disputa em meio à influência direta dos aspectos políticos, econômicos, históricos, culturais, éticos e morais. No entanto, como já evidenciamos, a escola lida com o conhecimento sistematizado e isso nos direciona ao problema essencial do saber: a fragmentação do conhecimento. Nos dizeres de Morin (2012) a educação necessita enfrentar desafios que se encontram no campo cultural (quando da separação entre a cultura das humanidades e a cultura científica); no sociológico (em função das intervenções econômicas, técnicas, sociais, políticas e do desenvolvimento da informática) e no campo cívico (devido ao enfraquecimento de uma percepção global que leva ao enfraquecimento do senso de responsabilidade).

Diante dessas colocações, nos questionamos: Que tipo de sociedade vivemos? Que saberes são fundamentais à formação de indivíduos conscientes de sua condição humana e terrena? Como direcionar nossas práticas pedagógicas à formação de cidadãos éticos?

Parte das transformações que vêm ocorrendo na sociedade advêm do conhecimento científico e, mais especificamente, dos avanços da ciência e tecnologia. Essas, por sua vez, influenciam diretamente as mudanças nos níveis político, econômico, social, cultural e ambiental, e vice-versa. De modo geral, podemos caracterizar as sociedades de hoje como a junção de múltiplas questões contraditórias decorrentes da globalização neoliberal.

As contribuições que a ciência e tecnologia trouxeram nos últimos anos são inegáveis; no entanto, não podemos ser ingênuos em considerar os benefícios e negar as questões políticas, sociais e éticas imbricadas no processo desse desenvolvimento. Cabe mencionar, ainda, que o lucro passa a ser o núcleo da relação entre o campo econômico e a ciência. Como afirma Morin (2013a), a atividade científica tornou-se uma poderosa e maciça instituição presente no cerne da sociedade, controlada pelos poderes econômicos e pelas estatais, o que, por sua vez, consubstancia-se em um processo inter-retroativo. Nesse processo, as ciências produzem a técnica, que transforma a sociedade; desse modo, a sociedade “tecnologizada” transforma a própria ciência. Assim, os interesses econômicos, capitalistas e do Estado desempenham o

³ O termo “ensino educativo” é adotado por Morin (2012a) para explicar a relação “Educação-Escola”. Para o autor, o objetivo da Educação é assegurar a formação e o desenvolvimento do ser humano. No entanto o termo “formação” apresenta uma conotação de “modelagem” e “conformação” e deste modo, ignora a função principal da Educação que é favorecer o desenvolvimento da autonomia. No que compete ao “Ensino”, o autor diz se tratar de uma arte ou ação de transmitir os conhecimentos e reconhece que se trata de um conceito limitado, porque está relacionado apenas ao cognitivo. Desse modo, ressalta que a palavra “ensino” não lhe é suficiente, ao mesmo tempo que a palavra “Educação” comporta um excesso e uma carência.

papel ativo nesse processo/circuito, de acordo com seus objetivos. Em outras palavras, a instituição científica é coagida pelos grandes aparelhos econômicos ou pelas estatais, e o Estado, a indústria e o capital fazem uso dos “poderes” proporcionados pela investigação científica.

No discurso dos especialistas, legitima-se o poder da ciência. Isso porque o cientificismo, visão tradicional da ciência, tem também uma função ideológica de dominação, pois está linearmente marcado por uma concepção positivista de ciência, a qual, ideologicamente, assume a tecnologia como um componente para o desenvolvimento social. Nessa perspectiva, acredita-se que o investimento em ciência faz-se necessário para que, dessa forma, desenvolva-se a tecnologia, como também, por conseguinte, outros âmbitos (SANTOS; MORTIMER, 2001). No entanto, esse “modelo linear de progresso”⁴, advindo do investimento em ciência e tecnologia, não conduziu diretamente ao bem-estar social.

Em meados da década de 1950, movimentos de contestação referentes aos impactos causados pelo desenvolvimento científico-tecnológico questionaram a neutralidade científica e a visão cientificista. Esses movimentos, liderados por diversos âmbitos sociais tinham como objetivo comum a busca por novas maneiras de desenvolvimento científico e tecnológico considerando as implicações sociais, ou seja, evidenciar aspectos referentes às inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade⁵ (CTS) (AULER; BAZZO, 2001).

As inter-relações CTS são a base constituinte da Educação CTS, que é defendida por educadores e pesquisadores em áreas diversas. Ela assume que a sociedade, além do acesso às informações sobre o desenvolvimento da ciência e tecnologia, também deverá ter condições de avaliar e participar das decisões que interferem em seu meio. Como afirma Bazzo (1998), “o cidadão merece aprender a ler e entender – muito mais do que conceitos estanques – a ciência e a tecnologia, com suas implicações e consequências, para poder ser elemento participante nas decisões de ordem política e social que influenciarão o seu futuro e o dos seus filhos” (p. 34).

Os pressupostos de uma Educação CTS para o Ensino de Ciências, com vistas à participação social estão calcados na problematização da visão cientificista e instrumental da ciência e tecnologia. Busca-se, por meio da Educação CTS, resgatar suas implicações políticas,

⁴ García *et al.* (1996) definem essa relação como modelo tradicional/linear de progresso, em que o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), que, por sua vez, gera desenvolvimento econômico (DE) e, conseqüentemente, desenvolvimento social, ou bem-estar social (DS).

⁵ Ao considerar que o movimento CTS incorpora uma perspectiva de reflexão sobre as conseqüências ambientais, Santos (2008) ressalta que esse movimento, nas décadas de 1970 e 1980, centrou-se não só nos impactos tecnológicos na sociedade, mas, sobretudo, em suas conseqüências ambientais, “razão pela qual muitos também adotam a sigla CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), que acrescenta o ambiente como mais um foco de análise nas inter-relações da tríade CTS” (SANTOS, 2008, p.118).

econômicas, sociais, culturais e éticas, ou seja, os aspectos sociocientíficos (ASC) necessários para a compreensão do desenvolvimento científico-tecnológico em um processo histórico, evidenciando diferentes interesses e ideologias (ver, por exemplo, MARTINEZ-PEREZ, 2012; STRIEDER, 2012; SANTOS; MORTIMER, 2009).

A Educação CTS, de acordo com Strieder (2012), possui propósitos diversificados em função dos encaminhamentos dados às atividades e às discussões propostas, mesmo que envolvam um ou mais dos elementos (Ciência, Tecnologia, Sociedade) e, eventualmente, suas articulações. Desse modo, a autora elenca o que ela considera “pontos-chave” da Educação CTS: 1) proporcionar aos educandos meios para emitirem julgamentos conscientes sobre os problemas sociais; 2) proporcionar uma perspectiva mais rica e realista sobre a história e natureza da ciência; 3) preparar jovens para o papel de cidadãos a fim de estabelecer uma sociedade democrática.

No bojo das discussões acerca da Educação CTS, a importância da problematização, contextualização, interdisciplinaridade e abordagem dos ASC como dimensões pedagógicas potenciais para a formação cidadã, autores de diversos contextos defendem a inserção das controvérsias sociocientíficas, também conhecidas como Questões Sociocientíficas (QSC), nos currículos de ciências (ver, por exemplo: SANTOS, 2002; RATCLIFFE; GRACE, 2003; REIS, 2004; SANTOS; MORTIMER, 2009; MARTINEZ-PEREZ, 2012; ZEIDLER *et al.*, 2005).

As QSC apresentam características controversas centradas nos impactos sociais advindos das inovações da ciência e tecnologia, relacionam-se com problemas sociais de ordem local e global, e não apresentam conclusões simples. Elas incluem temas diretamente relacionados aos conhecimentos científicos e tecnológicos que possuem um grande impacto na sociedade e são reforçadas pela facilidade com que chegam à população através dos meios de comunicação (exemplos: aquecimento global, transgênicos, energias alternativas, clonagem, armas nucleares e biológicas, manipulação gênica, experimentação em animais, células-tronco, fertilização *in vitro* etc.). Trata-se de questões dificilmente definidas, as quais abrangem aspectos multidisciplinares carregados de valores (éticos, estéticos, ecológicos, morais, educacionais, culturais e religiosos) e afetados pela insuficiência de conhecimentos (ver, por exemplo, RATCLIFFE; GRACE, 2003; SADLER; ZEIDLER, 2004; REIS, 2004).

Como afirmam Reis e Galvão (2008), as discussões públicas sobre QSC que envolvem controvérsias exigem a formação de cidadãos com conhecimentos e capacidades para procederem com avaliações responsáveis acerca dos problemas científicos e tecnológicos na sociedade atual. Desse modo, os autores enfatizam que o futuro do conhecimento científico e

tecnológico não pode ser responsabilidade apenas dos cientistas, governos, especialistas ou de qualquer outro ator social, sendo necessária a constituição de uma cidadania ativa⁶.

Assim sendo, desenvolver propostas de Ensino de Ciências que têm por objetivo discutir QSC, necessariamente, deverão abarcar apresentações multifocais dos interesses dos segmentos envolvidos – governo, cientistas e grupos de protesto. Conseqüentemente, o educando, ao examinar as diferentes proposições, tende a melhor fundamentar suas decisões. Além de possibilitar a compreensão dos interesses, das preocupações e motivações dos agentes envolvidos, também permite compreender as propostas científicas e tecnológicas em questão, o seu contexto social e político e o seu impacto no público em geral ou em determinadas comunidades (REIS, 2009).

Formar cidadãos, que saibam opinar criticamente sobre os assuntos/produtos advindos da ciência e tecnologia, envolve necessariamente uma compreensão acerca de questões complexas presentes na sociedade. A riqueza em se abordar as QSC no contexto do Ensino de Ciências está justamente em seu potencial problematizador e na valorização do “pensar diferente”. Não há uma resposta que seja correta. Há sim, vários olhares sobre a questão que evidenciam expressões calcadas em valores. Nesse sentido, parece-nos de extrema relevância apresentar um olhar calcado no “desenvolvimento da aptidão para contextualizar e globalizar os saberes” (MORIN, 2012, p. 24) tendo como foco o estudo epistêmico de QSC.

A aptidão para contextualizar, segundo Morin (2012), tende a produzir a emergência de um pensamento “ecologizante”; no sentido de situar todo conhecimento e toda informação em relação à inseparabilidade com seu meio ambiente – cultural, social, econômico, político –, esse pensamento torna-se inevitavelmente complexo.

Na perspectiva de Morin (2013a), a ciência apresenta-nos, cada vez mais, problemas graves referentes ao conhecimento que produz, à ação que determina, à sociedade que transforma. Para compreender esses problemas, temos de superar o modo unilateral como concebemos a ciência, ou seja, ciência “boa” e ciência “má”. Cabe, então, superarmos o pensamento simplificador e dispormos de um pensamento que seja capaz de conceber e compreender a ambivalência, isto é, a complexidade intrínseca presente no cerne da ciência. Para superação do pensamento simplificador, reducionista, fragmentado acerca do conhecimento científico, e para viabilizar a reforma do pensamento, Edgar Morin sugere a

⁶ Para Reis (2013), a constituição de uma cidadania ativa é consolidada por meio de uma educação sociopolítica que prepara os estudantes para: a) exigirem e exercerem uma cidadania participativa e fundamentada; e b) exigirem justiça social e ética nas interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

necessária compreensão do ser e a reflexão do saber, sendo esse considerado a partir de seus múltiplos e diferentes aspectos que o tornam complexo.

Como professora das disciplinas de Didática e Formação de Professores de Ciências e Metodologia do Ensino de Biologia e, portanto, formadora de professores de Ciências⁷, tenho-me dedicado, nos últimos anos, a discussões e abordagens dos conteúdos de ciências alicerçados nos pressupostos da Educação CTS com vistas à formação cidadã. Os questionamentos que consubstanciaram a problemática de pesquisa que serão apresentados e defendidos nas descrições dessa tese foram delineados a partir de minhas experiências formativas profissionais. Nesse movimento reflexivo, as discussões acerca das controvérsias sociocientíficas, recorrentes nos conteúdos biológicos, fizeram-me reconhecê-las como importantes mediadoras para reflexões concernentes à formação cidadã dos estudantes, como também essenciais no processo formativo ético e sociopolítico dos futuros professores.

Assim, tenho percebido o interesse de investigadores e educadores nas discussões acerca das interfaces CTS e QSC, o que resultou, nos últimos anos, em um aumento considerável de pesquisas e propostas curriculares voltadas para as salas de aula de ciências. Em geral, as QSC vêm sendo utilizadas como atividades-meio/metodologias de ensino propulsoras à formação de cidadãos que saibam opinar criticamente e tomar decisões acerca de questões controversas que envolvam a ciência e a tecnologia.

No entanto, apesar da importância e ênfase que vêm sendo dada, existe ainda um vasto campo a percorrer no sentido de avançar na compreensão das bases epistêmicas de uma QSC. Isso se deve, principalmente, à necessária articulação entre o campo epistêmico e a práxis para fundamentar o planejamento de atividades educativas calcadas em objetivos que, de fato, envolvam discussões sociais e possam contribuir com a formação antropológica⁸ dos educandos.

Portanto, se as QSC não são compreendidas simplesmente pelo conhecimento técnico (científico) justamente por sua natureza controversa; envolvem conhecimentos de ordem multidisciplinar; são carregadas de valores; exigem posicionamentos e, portanto, são potencialmente propulsoras para participação sociopolítica, entendemos que é preciso

⁷ Os cursos de Licenciatura em Biologia, Física e Química da Universidade Federal do Tocantins – Campus de Araguaína apresentam um currículo em que há disciplinas que são comuns aos três cursos. Como professora efetiva da área de Educação e Ensino de Ciências do curso de Licenciatura em Biologia, conforme demanda, ministrei algumas das disciplinas que são comuns aos três cursos: Didática e Formação de Professores e Metodologia da Pesquisa em Educação.

⁸ Antropológica é um conceito evidenciado por Edgar Morin. Trata-se da ética propriamente humana na qual consiste numa decisão consciente e esclarecida de assumir a condição de indivíduo, espécie e sociedade na complexidade que ela encerra. Portanto é um saber de religação ética de três elementos: indivíduo, sociedade e espécie. Para o autor “A antropológica compreende, assim, a esperança na completude da humanidade, como consciência e cidadania planetária” (MORIN, 2002b, p. 106).

ressignificá-las para além de sua objetividade metodológica, visando uma compreensão de ciência/conhecimento e de ensino contextualizada, buscando situá-las no meio ambiente (cultural, social, econômico e político).

Na perspectiva da complexidade as QSC poderão ser caracterizadas como estratégias de ensino em virtude de sua natureza epistêmica e de suas competências formativas, sendo então, um caminho para ressignificar e superar a compreensão limitada do seu caráter essencialmente prático. Essa caracterização torna-se um grande desafio para a práxis docente, visto que, as discussões sobre QSC, por meio de sua análise epistêmica nos indica conhecimentos e valores que deverão ser localizados em sua multireferencialidade e, por outro lado, suas competências formativas nos indicam a possibilidade de uma formação antropológica no que se refere ao desenvolvimento da consciência dos sujeitos e dos processos de inserção enquanto sujeitos históricos e de participação ativa em processos de decisão/julgamentos.

A partir desses pressupostos, de forma ampla, a questão central investigada nesta tese foi assim formulada: **Que elementos caracterizam a natureza epistêmica das QSC sob a luz do pensamento complexo?**

Tendo como referência o questionamento central, elencamos, a seguir, outros questionamentos mais específicos:

- 1) Quais as relações conceituais entre a Educação CTS e QSC?
- 2) Que aspectos conceituais e metodológicos são evidenciados nas produções acadêmicas sobre QSC desenvolvidas na área de Educação/Ensino de Ciências?
- 3) Que elementos configuram a natureza epistêmica das QSC?
- 4) Que pressupostos do pensamento complexo podem contribuir para a complexificação das QSC em sua natureza epistêmica?
- 5) Que princípios oriundos da complexificação das QSC poderão sinalizar indicadores para estratégias de ensino ecologizadoras?

Com o propósito de responder a esses questionamentos, o objetivo geral da pesquisa é: **Delinear, a partir do pensamento complexo, princípios epistêmicos teórico-estratégicos⁹ orientadores para o planejamento e discussão de QSC em aulas de ciências.**

⁹ Utilizamos o termo “estratégico” objetivando desconstruir a relação que ingenuamente se estabelece entre “metodologia e modelo”. Com base nas proposições de Edgar Morin, a ideia de modelo, reconhecida como “programa”, tem a mesma finalidade que a estratégica, pois é organizado, e os estágios são planejados. No entanto, um programa desconsidera qualquer intervenção, ou necessidade de mudança, durante a realização da atividade, o que seria possível em um ambiente quase artificial, no qual não ocorreriam eventos. Estratégia, por outro lado, comporta a incerteza e a multiplicidade de fatores, o que significa que, se fizermos um planejamento para a ação, devemos reconhecer que poderá haver interferência de algum fator imprevisto, e isso denota avaliação e retomada de posições. Cabe evidenciar que a estratégia também requer o método, mas que se reconheça o caminho e o contexto.

A partir do objetivo geral, configuramos os específicos:

- 1) Evidenciar as relações conceituais entre Educação CTS-QSC;
- 2) Elucidar os pressupostos teórico-metodológicos das produções da área de Educação/Ensino de Ciências sobre QSC, nos cenários nacional e internacional;
- 3) Caracterizar a natureza epistêmica das QSC;
- 4) Identificar pressupostos teóricos do pensamento complexo que denotam a complexificação das QSC;
- 5) Sinalizar indicadores para o planejamento e abordagem estratégica de QSC em aulas de Ciências na perspectiva da complexidade.

Entendemos que, ao identificarmos as especificidades dos elementos conceituais das QSC – suas relações e suas contradições – esses elementos, situados em um pensamento complexo, irão indicar-nos princípios epistêmicos orientadores para o planejamento/desenvolvimento de estratégias de ensino contextualizadas. O que, de acordo com nossos propósitos, deve-se, principalmente, a cinco fatores: 1) As QSC são complexas por natureza; 2) Expressam valores influenciados por diversos aspectos; 3) Correspondem a “emergências/crises” oriundas da relação conflituosa entre os âmbitos social e científico-tecnológico; 4) São estratégias ecologizadoras, pois indicam a necessidade em situar o conhecimento em relação a sua inseparabilidade com o meio ambiente; 5) São propulsoras para a formação antropológica, visto que a análise das controvérsias sociocientíficas, do grau de incerteza a elas relacionadas, dos valores, interesses, dos ASC implicados, fazem parte de um processo formativo reflexivo apoiado no princípio democrático, no qual conclama cada um a respeitar a expressão de ideias antagônicas às suas.

Ao refletirmos sobre o exposto, caracterizamos nossos estudos nos moldes de uma tese de cunho teórico, que, de acordo com Eco (2001), tem por objetivo apresentar reflexões sobre a possibilidade de construção de conceito para determinada questão, na tentativa de delimitar e tornar factível as ideias e o pensamento sobre determinado tema, para, no contexto de pesquisas e abordagens, tornar-se objeto de outras reflexões.

Nesse sentido, na presente tese “Questões Sociocientíficas e o Pensamento Complexo: Tecituras para o Ensino de Ciências”, utilizamos o termo “tecitura” de forma figurativa, para expressar o entrelaçamento de ideias e a maneira de urdir, tramar, engendrar, planejar a execução de algo. De acordo com o Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa (ABL, 1999), a palavra “tecitura” significa fios que *se cruzam* com a *urdidura*. Assim, os estudos da presente tese serão explicitados no decorrer deste trabalho por meio de duas dimensões complementares:

1) Dimensão Epistêmica: fundamentada na identificação de elementos conceituais acerca da natureza das QSC. Explicita a construção de um corpo de conhecimento referente às QSC por meio de princípios organizadores para a ressignificação do pensar e do fazer pedagógico, princípios estes advindos do pensamento complexo, os quais foram propostos por Edgar Morin.

2) Dimensão Didático-pedagógica: Trata-se da elaboração de um quadro de referência teórico-estratégico, cujo objetivo é apresentar reflexões acerca de princípios orientadores para a práxis das QSC. Desse modo, serão considerados núcleos propositivos que reconheçam as especificidades presentes em uma atividade de natureza controversa, a complexidade de temas sociocientíficos, o conhecimento do objeto de estudo, o estabelecimento de finalidades (intencionalidade), a intervenção estratégica para que a realidade seja transformada enquanto realidade social, e a avaliação como recurso para retomada de novos posicionamentos.

Nesse sentido, pretendemos ressignificar as QSC enquanto estratégias de ensino em relação ao seu estudo epistêmico e à suas competências formativas. Em outras palavras, entendemos que é preciso superar o caráter essencialmente prático de sua abordagem em uma via de complementaridade entre as dimensões epistêmica e didático-pedagógica. Desse modo, a proposição desta tese está calcada na necessidade de se definir a natureza conceitual das QSC, tendo como referencial os princípios orgânicos do pensamento complexo nas proposições teóricas de Edgar Morin.

Para explicitar de modo esquemático as ideias da tese mencionada, apresentamos, na Figura 1, elementos imbricados nas relações entre as Dimensões epistêmica e didático-pedagógica. Trata-se apenas de uma demonstração esquemática, e não tem pretensão em considerar todos os múltiplos elementos que, por sua vez, também influenciam na compreensão/abordagem das QSC. Além disso, o esquema não se constitui de representação de um “sistema fechado”; pelo contrário, objetiva demonstrar as conexões de nossas intencionalidades em relação às QSC no Ensino de Ciências.

Deste modo, na Figura 1 expressamos as QSC a partir da complementariedade das dimensões epistêmica e didático-pedagógica via princípio recursivo¹⁰. Isso se deve principalmente à nossa intencionalmente em fundamentar a base epistêmica das QSC a partir das relações dos elementos que as constitui para direcionarmos nossos olhares à dimensão didático-pedagógica. Trata-se de um movimento recursivo para a reorganização do conhecimento que se quer pertinente à compreensão e ensino de QSC.

¹⁰ Recursividade é um termo utilizado para descrever o processo de repetição de um objeto que pode invocar a si mesmo, ou seja, envolve a repetição completa desse mesmo procedimento.

As dimensões e os elementos de interferência são conectados pela “práxis” do “ensino educativo” que remete à “ação-reflexão-ação” (práxis) acerca do Ensino de Ciências e das inter-relações CTS. Também evidenciamos a localidade do elemento “valores” em conexão com a ação, pois reconhecemos ser este o elemento conceitual específico das QSC que precisa ser enfatizado. O elemento “ético”, por sua vez, sinaliza a intencionalidade formativa da abordagem das QSC com vistas à formação antropológica.

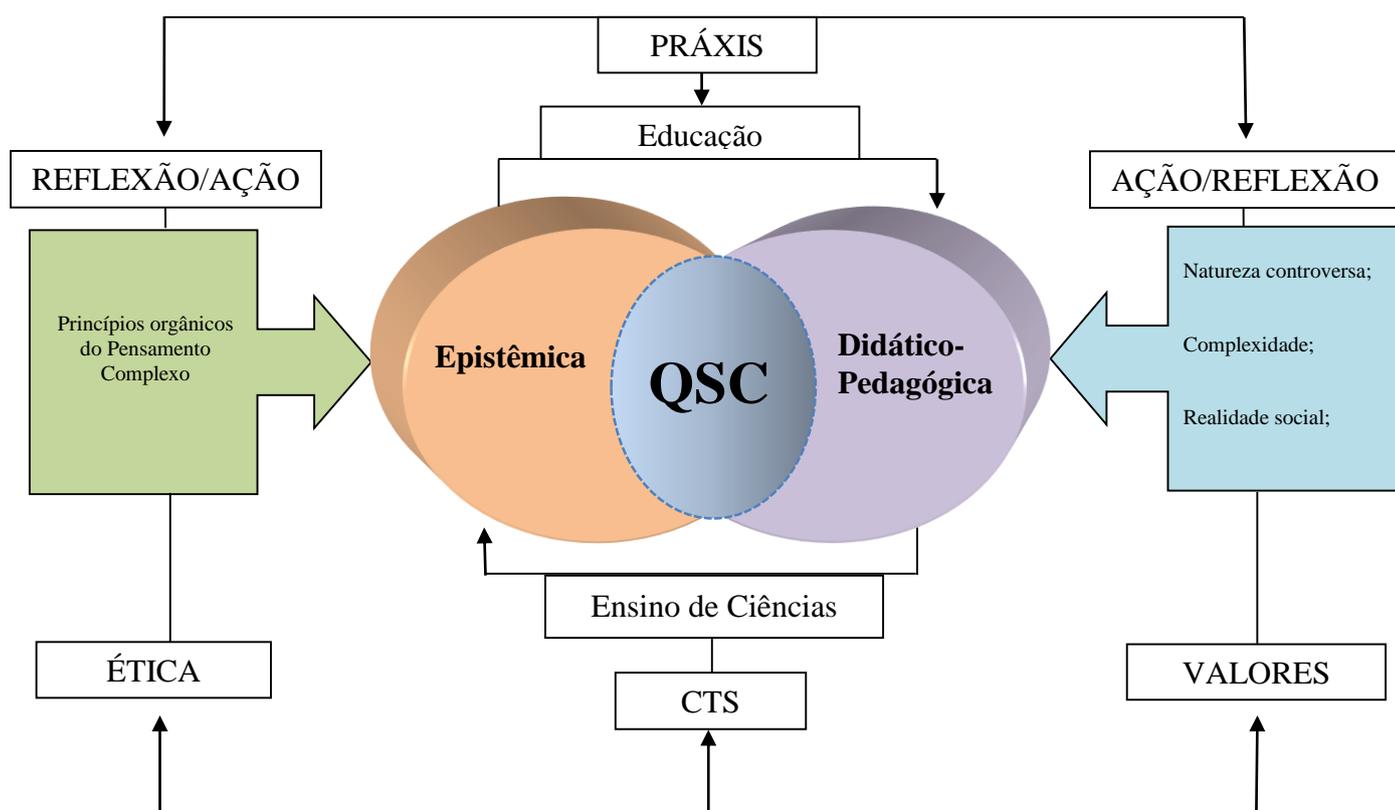


Figura 1. Dimensões complementares para a compreensão teórico-estratégica das QSC

Fonte: Elaboração da autora.

Salvo as limitações de uma tese teórica, entendemos que as reflexões descritas neste estudo são propulsoras de outras pesquisas da área de ensino de ciências, não só do ponto de vista do conhecimento produzido, mas principalmente no que se refere ao contexto de sala de aula, visto que, por meio de “princípios indicadores”, buscamos ressignificar o caráter epistêmico para a compreensão das QSC a partir da sua inerente complexidade. Além disso, cabe ressaltar que tais princípios não são vistos como um enquadramento, ou um tipo de modelo, mas como indicadores à reflexão teórico-estratégica em referência ao pensamento complexo.

Organização e sequência da Tese

Nos capítulos seguintes, apresentaremos, a partir de nossos referenciais teóricos, um caminho reflexivo sobre os questionamentos de pesquisa que propomos. Objetivamos ampliar as noções conceituais sobre nosso objeto de estudo, no caso, as QSC.

Dessa forma, no primeiro capítulo, apresentamos as QSC e suas configurações no Ensino de Ciências e, inicialmente, conceituamos a relação CTS-QSC. Com esse intuito, brevemente explicitamos as contestações que, historicamente, fundamentaram a origem do movimento CTS e sua organização enquanto Educação CTS. Retomamos as principais objetivações no contexto da Educação CTS, para localizarmos a sua relação conceitual com as QSC. Em seguida, direcionamos para a pesquisa no Ensino de Ciências, evocando suas linhas teóricas e objetivações nas quais as abordagens acerca da QSC estão sendo configuradas. Ainda nesse capítulo, estão explicitadas as análises dos documentos oficiais curriculares do contexto brasileiro, no que compete às disciplinas de Biologia, Física e Química.

No capítulo 2, situamos as QSC no cenário investigativo. Para tanto, realizamos um “mapeamento descritivo-analítico” dessas pesquisas nos últimos 20 anos, nas áreas de Educação e Ensino de Ciências por meio da análise de artigos, dissertações, teses. Foram analisados 93 artigos em periódicos internacionais e 17 nos periódicos nacionais, além de seis dissertações e nove teses. Elaboramos categorias prévias para seleção de conteúdos textuais e, em seguida, procedemos com a elucidação de subcategorias. Objetivamos, nesse capítulo, evidenciar elementos relacionados à origem, natureza do trabalho, a objetivos, à metodologia, a pressupostos teóricos e às principais inferências para identificação de conceitos que consubstanciam a natureza das QSC.

No capítulo 3, apresentamos as proposições acerca da complexidade e as bases conceituais que fundamentaram a organização do que Edgar Morin considera como “pensamento complexo”. Para tanto, com base na literatura de Morin, são pontuadas as críticas do autor em relação à ciência clássica e ao pensamento simplificador. A partir dessa significação, evidenciamos os operadores do pensamento complexo e indicamos a necessidade desse pensamento no que compete ao ensino educativo das QSC. Nosso objetivo, nesse capítulo, é reconhecer, nas considerações sobre o pensamento complexo e o ensino educativo, importantes elementos que guiam nossas proposições acerca da necessidade de complexificação das QSC.

No capítulo 4, por sua vez, iniciamos com a descrição dos elementos que consideramos representantes da natureza conceitual de uma QSC. Tais elementos foram identificados a partir

da nossa imersão no campo das investigações sobre QSC e das inferências apresentadas nos artigos de cunho teórico. Buscamos, nesse capítulo, apresentar nossas objetivações frente à complexificação das QSC, ou seja, evidenciar, por meio do pensamento complexo, uma possível compreensão epistêmica e estratégica das QSC no Ensino de Ciências.

O capítulo 5 apresenta um arcabouço teórico dos elementos relacionados à dimensão didático-pedagógica que irão compor a elaboração do quadro de referência teórico-estratégico para o planejamento e abordagem das QSC. Nesse sentido, explicitamos nossa concepção de “proposta didático-pedagógica” apoiados nos conceitos de “práxis educativa” e “conhecimento pertinente” com o intuito de desvelar fundamentos que nos direcionem à compreensão de abordagem estratégica definida pelo pensamento complexo.

No capítulo 6, por meio do que chamamos de “quadros de estudo”, apresentamos organizações relacionadas à natureza das QSC, conhecimento pertinente e fundamentos para o direcionamento de um planejamento estratégico. Nesse sentido, os quadros de estudos explicitados compõem o que chamamos de “quadro de referência” embasado no circuito retroativo das dimensões defendidas ao longo dessa tese. Esses quadros são as descrições dos princípios epistêmicos indicadores para a abordagem estratégica das QSC.

Por fim, no capítulo “Técnicas finais”, elencamos considerações sobre o trajeto do estudo desenvolvido e, além disso, destacamos a limitação de um trabalho teórico frente aos desafios cotidianos enfrentados pelo docente no contexto da escola e da sala de aula. Diante disso, traçamos possíveis encaminhamentos e explicitamos nossas perspectivas de continuidade.

1 QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS E O ENSINO DE CIÊNCIAS

No presente capítulo, apresentamos a caracterização geral do cenário investigativo de QSC e de recomendações a ela relacionadas nos documentos curriculares oficiais para o Ensino de Ciências no contexto brasileiro. Considerando que o estudo de QSC tem um vínculo estreito com o movimento CTS e portanto com a Educação CTS, inicialmente apresentamos o histórico desse movimento, enfatizando suas proposições, no que compete aos currículos de Ciências, relacionadas às QSC.

A partir dessa relação, com base nos referenciais teóricos, elencamos as objetivações gerais das pesquisas sobre QSC em categorias temáticas, sendo que cada uma dessas representa as linhas de pesquisa desenvolvidas atualmente no âmbito da abordagem de QSC.

Após essa caracterização, analisamos documentos curriculares, identificando evidências calcadas nas habilidades e competências formativas que consideram a importância de se abordar as controvérsias sociocientíficas. Isso foi feito a partir de leitura sistemática dos trechos que compõem os cadernos curriculares de Biologia, Física e Química.

1.1 Movimento e Educação CTS

A rapidez com que a ciência e a tecnologia se desenvolvem acaba interferindo direta ou indiretamente nas relações sociais, e vice-versa, pois a sociedade, ou seus segmentos, delibera a tecnologia a ser empregada em determinados âmbitos. O Projeto Manhattan (1945), que culminou no desenvolvimento da bomba atômica que devastou Hiroshima e Nagasaki, e o lançamento do primeiro satélite artificial pela União Soviética, o chamado “Sputnik” (1957), são exemplos clássicos da influência do conhecimento sistematizado nas relações de poder dos países envolvidos.

Para exemplificar, destacamos alguns fragmentos de uma carta-resposta ao presidente americano Franklin Roosevelt, que pediu recomendações ao Departamento de Investigações e Desenvolvimento Científico dos Estados Unidos, à época conduzido por Vannevar Bush, sobre os seguintes pontos: reconhecimento pela sociedade das contribuições advindas do conhecimento científico; a importância do conhecimento científico no combate a doenças e desenvolvimento da Medicina; o que deveria ser feito por parte do governo no auxílio de futuras investigações científicas em instituições públicas e privadas, e sobre a possibilidade de um

programa eficaz a ser proposto a fim de descobrir e desenvolver talentos científicos na juventude americana para conduzir o futuro da pesquisa científica no país.

Segue, abaixo, um fragmento da carta-resposta de Bush ao Presidente Roosevelt, quando explicita sobre a importância da total liberdade para o desenvolvimento da ciência e tecnologia com vistas ao “bem-estar social”.

[...] A ciência oferece um campo vasto e inexplorado para aqueles que possuam ferramentas para esta tarefa. **As recompensas de tal exploração são significativas tanto para o indivíduo quanto para a nação. O progresso científico é a peça para a nossa segurança como nação, para nossa melhoria em saúde, para geração de mais postos de trabalho, para um melhor padrão de vida e para o nosso progresso cultural** (BUSH, 1945, s/p, grifo e tradução nossa).

Como podemos observar na citação acima, há claramente a relação do âmbito político com o desenvolvimento científico-tecnológico. A crença de que a ciência pudesse salvar a humanidade de todos os males repercutiu de tal forma, que se passou a atribuir ao conhecimento científico extremo valor em detrimento às demais áreas do conhecimento humano. Essa ênfase exagerada no caráter prático do uso do conhecimento científico, de acordo com Köche (2006), pode proporcionar uma distorção da compreensão do que seja ciência.

Santos e Mortimer (2001) chamam de “o mito da salvação da humanidade” a consequência dessa supervalorização do conhecimento advindo da ciência ao considerar que todos os problemas humanos podem ser resolvidos cientificamente. Nessa perspectiva, acredita-se que o investimento em ciência é necessário para que, dessa forma, desenvolva-se a tecnologia e, por conseguinte, outros âmbitos.

Na década de 1950, surgiram em contextos específicos, nos chamados países capitalistas centrais (Estados Unidos, Inglaterra, Canadá, Holanda e Austrália), movimentos de contestação referentes aos impactos causados pelo desenvolvimento científico-tecnológico. Esses movimentos questionavam a neutralidade científica e a visão cientificista na qual afirmava a ciência como única propulsora de benefícios à sociedade. Tais movimentos tinham preocupações diferenciadas, mas o motivo central das contestações se fundamentava na busca por novas maneiras de desenvolvimento científico e tecnológico considerando as implicações sociais (AULER; BAZZO, 2001).

Para García *et al.* (1996), a origem dos estudos CTS pode ser dividida em duas tradições: a) *tradição social* (americana) - denominada assim por ter um caráter mais social, da qual faziam parte grupos pacifistas, ativistas dos direitos humanos, que se preocupavam em como a tecnologia poderia influenciar a dinâmica social. Essas preocupações relacionadas às consequências da tecnologia nos âmbitos social e ambiental proporcionaram a fundação do

Greenpeace e da Environmental Protection Agency – EPA (Agência de Proteção Ambiental dos EUA); b) *tradição acadêmica* (europeia) - denominada assim por ter a origem das discussões em nível acadêmico por cientistas, sociólogos, engenheiros e humanistas, que possuíam um interesse maior em investigar as influências da sociedade sobre o desenvolvimento científico-tecnológico.

No entanto, os autores ressaltam que essa divisão está superada, tendo sido importante apenas no início das discussões, uma vez que os estudos em CTS abrangem uma diversidade de programas filosóficos, sociológicos e históricos, os quais compartilham de um núcleo comum, como: rechaço da imagem de ciência como atividade pura e neutra; a crítica da tecnologia como ciência aplicada e neutra, e a promoção da participação pública na tomada de decisão.

Em 1962, duas publicações foram consideradas um marco referente ao questionamento da neutralidade científica: “*The Structure of Scientific Revolutions*” (A Estrutura das Revoluções Científicas), do físico e historiador da ciência Thomas Khun, que discute a concepção tradicional de ciência; e a obra da bióloga Rachel Carson “*Silent Spring*” (Primavera Silenciosa), que denuncia o uso indiscriminado de pesticidas sintéticos, como *Dicloro-Difenil-Tricloroetano* (DDT). Segundo Auler e Bazzo (2001), essas duas obras potencializaram as discussões sobre as interações CTS em âmbito global.

De acordo com Linsingen (2008), estudos referentes à origem do movimento CTS na América Latina firmam-se na reflexão da ciência e da tecnologia como uma competência das políticas públicas. E, mesmo que a América Latina não fosse considerada parte de uma comunidade explicitamente nomeada CTS, surge, em meados da década de 1960, o chamado “Pensamento Latino-Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade” (PLACTS). Seus estudos concebiam a ciência e a tecnologia como processos sociais com características específicas e dependentes do contexto em que são introduzidas, compartilhando a perspectiva CTS da não neutralidade e não universalidade.

Ao considerar que esse movimento incorpora uma perspectiva de reflexão sobre questões ambientais, Santos (2008) resalta que, nas décadas de 1970 e 1980, ele centrou-se, sobretudo, nas consequências ambientais, “razão pela qual muitos também adotam a sigla CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), que acrescenta o ambiente como mais um foco de análise nas inter-relações da tríade CTS” (SANTOS, 2008, p.118).

Nesse cenário, destaca-se a Conferência de Estocolmo, realizada em 1970, com a deliberação das bases de uma legislação internacional do meio ambiente, que tratou desde a produção e o uso das armas nucleares até a exploração dos recursos naturais.

Segundo Santos (2007), estudos referentes à Educação Científica passaram a ser discutidos com maior ênfase na década de 1950, em pleno período do movimento científicista, sendo que a temática tornou-se um grande *slogan*, dando início a um movimento mundial em defesa da Educação Científica. “Iniciávamos nas décadas de 1960-1970 a corrida para a modernidade, para o desenvolvimento, e era embutido um papel primordial à educação” (AMORIM, 1995, p. 8). Nesse sentido, intensificou-se o debate sobre a Educação Científica como uma das dimensões fundamentais para o desenvolvimento científico.

No Brasil, com o intuito de impulsionar o progresso da ciência e tecnologia, percebeu-se a necessidade de preparar alunos que fossem mais aptos “cientificamente”, no intuito de superar a dependência de matérias-primas e produtos industrializados. Como afirma Krasilchik (2000), “a necessidade de preparação dos alunos mais aptos era defendida em nome da demanda de investigadores para impulsionar o progresso da ciência e tecnologia nacionais, das quais dependia o país em processo de industrialização” (p. 86).

Alguns eventos sinalizam a preocupação do governo brasileiro a respeito do desenvolvimento científico tecnológico no Brasil. Em 1951, é criado o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), órgão que passou a financiar a pesquisa, e era basicamente voltado ao apoio às investigações em Física Nuclear, o que sinaliza a participação dos físicos nas pesquisas nacionais da década.

Em 1961, é fundada a Universidade de Brasília, como também promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação – Lei nº 4024, de 21 de dezembro de 1961, que, dentre outras reformulações, alterava as propostas relacionadas ao currículo de Ciências (MOTOYAMA, 1985). No campo do currículo, “a disciplina de *Iniciação à Ciência* foi incluída desde a segunda etapa do ensino fundamental, e a carga horária das disciplinas científicas (Física, Química e Biologia) aumentou substancialmente” (KRASILCHIK, 1987, p.15).

Também podemos exemplificar a repercussão dos projetos de Feiras de Ciências associados com a implementação dos Centros de Treinamento de Professores de Ciências, a partir de 1965, cujo objetivo principal era estimular e organizar Clubes de Ciências e Feiras de Ciências (COSTA, 1994).

Os pressupostos dos movimentos de contestação à neutralidade científica foram, aos poucos, sendo incorporados nas disciplinas de Ciências. No entanto, como afirma Maués (2003), é preciso evidenciar que o Estado atribui/exige do âmbito educacional fatores que possam contribuir para a regulação social conforme atribuições econômicas e políticas. Desse modo, adequam-se os conteúdos a serem ensinados/aprendidos, de tal maneira que os

conhecimentos possam ser pertinentes, tanto no plano local quanto no internacional, para a economia do saber.

Assim como uma das correntes de contestação à neutralidade científica, em geral, a Educação CTS no Ensino de Ciências objetiva propiciar aos educandos compreensões acerca da articulação entre as dimensões científica, tecnológica e social. Busca-se, por meio da referida abordagem, a formação de cidadãos críticos aptos a tomar decisões relativas às questões científicas e tecnológicas na sociedade em que atuam. Demandam, e ao mesmo tempo propiciam, a compreensão da natureza da ciência, da tecnologia; de aspectos econômicos, políticos, ambientais, culturais, éticos e morais relacionados à atividade científica (ver, por exemplo, SANTOS; SCHNETZLER, 1997; SANTOS; MORTIMER, 2001; AIKENHEAD, 2003).

Santos e Mortimer (2001), quando discutem sobre a estrutura conceitual de propostas curriculares embasadas na abordagem CTS, apresentam as visões defendidas pelo currículo CTS sobre “ciência”, “tecnologia”, “sociedade”. No que compete ao âmbito da “sociedade”, os autores afirmam que a organização do currículo CTS é balizada por temas científicos ou tecnológicos que são potencialmente problemáticos do ponto de vista social. Complementam, ainda, que as discussões desses temas possibilitam evidenciar questões éticas, crenças e valores, os quais deveriam ser colocados no centro das discussões para que os educandos sejam estimulados a participar democraticamente da sociedade ao expressarem suas opiniões.

No entanto, um questionamento é instaurado: se as QSC são oriundas da Educação CTS, apresentam finalidades comuns, o que de fato confere sua distinção como foco de estudos para o Ensino de Ciências? Desse modo, no tópico que se segue, buscamos evidenciar aspectos conceituais da Educação CTS e da abordagem das QSC no cenário investigativo e pedagógico para o Ensino de Ciências.

1.2 QSC e suas relações com a Educação CTS

As QSC têm sido introduzidas nos debates midiáticos, políticos e nos currículos escolares como uma forma de discutir/compreender os dilemas sociais relacionados às ordens científicas e tecnológicas. Historicamente, de acordo com Levinson (2006), as discussões controversas se firmaram no contexto escolar inicialmente relacionado a temáticas de cunho mais especificamente social, o que não envolvia, necessariamente, discussões relacionadas à ciência e à tecnologia. Portanto, passaram a fazer parte do currículo as “discussões controversas” que envolvem diferentes pontos de vista sobre um determinado assunto, mas não estão relacionadas à ciência e à tecnologia necessariamente, como é o caso das “discussões sociocientíficas”.

Como afirma Levinson (2006), desde a década de 1970, o currículo escolar da Inglaterra, por meio do “*Humanities Curriculum Project*”, introduziu temas controversos com o objetivo de lidar com: relações familiares, pobreza, raça e homossexualidade. Podemos apontar o livro de Wellington (1986)¹¹ como um importante material sobre a inserção das controvérsias no currículo escolar inglês. Levinson (2006) acrescenta que, na década de 1980, os temas controversos estavam voltados para as discussões antirracismo e multiculturalismo.

As controvérsias sociocientíficas ganharam destaque no currículo do Ensino de Ciências no final da década de 1980, tendo como pano de fundo o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao campo da genética, biotecnologia e engenharia genética, que trouxeram a necessidade da Bioética como campo de estudo frente ao desenvolvimento científico-tecnológico produzido a partir dessas pesquisas.

Nessa perspectiva, evidenciamos a pesquisa de mestrado de Reis (1997), que trata de discussões acerca do desenvolvimento da biotecnologia e da genética. O autor descreve sobre as potencialidades e dificuldades em se discutir controvérsias nas aulas de Ciências e defende que abordar assuntos dessa natureza possibilita o desenvolvimento do pensamento crítico, da independência de pensamento e do raciocínio moral.

Segundo Ratcliffe e Grace (2003), áreas de debate na mídia e na política social, atualmente, apresentam relatos referentes às QSC. Os autores citam como exemplo do governo britânico preocupações relacionadas: a campanha contra uma nova usina de reprocessamento nuclear por causa da poluição radioativa; a febre aftosa; provas de DNA em julgamento por assassinato. São problemas típicos que envolvem QSC, e que podem ter impacto sobre os indivíduos e grupos em diferentes níveis, desde a determinação política até a tomada de decisão individual. Os autores ressaltam que o interesse da maior parte das pessoas situa-se na aplicação da ciência e da tecnologia.

De acordo com Zeidler *et al.* (2005), há de se considerar que as diversas abordagens das inter-relações CTS tendem a desconsiderar as implicações morais e éticas imbricadas nessas relações. Por outro lado, as QSC surgem como uma abordagem conceitual que tende a unificar as orientações morais, epistemológicas e emocionais dos alunos como componentes necessários ao Ensino de Ciências, como afirmam os autores:

O ensino tradicional de CTS(A) (ou talvez o ensino CTS(A) praticado pela maioria) envolve dilemas éticos ou controvérsias, mas não necessariamente explora o poder pedagógico do discurso, do raciocínio, da argumentação, explicita considerações a respeito da natureza da ciência, emotivo, desenvolvimento, cultural ou as interconexões epistemológicas dentro desses temas. Portanto, a abordagem CTS(A)

¹¹ WELLINGTON, J. J. **Controversial issues in the curriculum**. Oxford: Blackwell, 1986.

vem se tornando algo marginalizado no currículo e nas práticas (ZEIDLER *et al.*, 2005, p.359, tradução nossa).

No que compete à abordagem das inter-relações CTS no Ensino de Ciências, percebemos o objetivo voltado para a Educação Científica do público em geral, o que envolve o propósito de formação para a cidadania, como podemos observar nas afirmações de Santos e Schnetzler (1997):

Encontramos, na grande maioria dos artigos de CTS, como objetivo central do Ensino de Ciências a formação de cidadãos críticos que possam tomar decisões relevantes na sociedade, relativas a aspectos científicos e tecnológicos. A educação científica deverá assim contribuir para preparar o cidadão a tomar decisões, com consciência do seu papel na sociedade, como indivíduo capaz de provocar mudanças sociais na busca de melhor qualidade de vida para todos (SANTOS; SCHNETZLER, 1997, p. 56).

Em recente pesquisa de doutoramento, Strieder (2012) relata sobre a multiplicidade de propostas pedagógicas e investigativas que consideram a abordagem CTS. A autora destaca a diversidade de abordagens ditas CTS presentes no Ensino de Ciências e explicita que também possuem propósitos diferenciados em função dos encaminhamentos dados às atividades e às discussões propostas, mesmo que envolvam um ou mais dos elementos (ciência, tecnologia, sociedade) e, eventualmente, suas articulações.

A partir da análise de investigações no campo do Ensino de Ciências no contexto brasileiro, Strieder (2012) elenca o que ela considera “pontos-chave” da Educação CTS: 1) proporcionar aos educandos meios para emitirem julgamentos conscientes sobre os problemas sociais; 2) proporcionar uma perspectiva mais rica e realista sobre a história e natureza da ciência; 3) tornar a ciência mais atrativa e acessível aos educandos de diferentes capacidades e sensibilidades; 4) preparar jovens para o papel de cidadãos para uma sociedade democrática.

Em relação às especificidades das QSC, Oulton *et al.* (2004) explicitam que, nos campos investigativo e pedagógico, firmaram-se que, para além da repetição da necessidade de se ensinar ciências em um contexto mais amplo, o objetivo era fazer com que os alunos pudessem compreender a natureza das questões controversas. Sadler (2004) afirma que as QSC expressam a objetividade em se engajar os estudantes para tomada de decisão sobre questões sociais da nossa contemporaneidade, o que implica em evidenciar aspectos morais imbricados em contextos científicos. Nesse sentido, os alunos são orientados a interpretar problemas de pontos de vista discrepantes, portanto conflituosos, que envolvem argumentos dos campos científico, social e moral.

Ao que parece, as QSC têm se firmado em uma dimensão mais específica da Educação CTS, relacionada ao tema controverso e também ao “objetivo específico”. Em nossa proposta

interpretativa, entendemos que as especificidades das QSC em relação à Educação CTS estão voltadas aos “valores éticos e morais” presentes em discussões de natureza controversa. Não que a Educação CTS não realize ou não possa vir a abordar os valores éticos e morais, até mesmo porque isso dependerá da sua objetividade. No entanto, frente à diversidade de propostas, percebemos, entre as QSC e a Educação CTS, uma relação na qual identificamos como “complementariedade objetiva específica”. Ou seja, as QSC, ao mesmo tempo que oriundas dos propósitos da Educação CTS, possuem objetivações específicas (no caso, a expressão dos valores nos julgamentos das controvérsias). Desse modo, complementam-se em função de um mesmo propósito geral acerca da Educação Científica que, fundamentalmente, está calcado na formação de cidadãos para atuação em uma sociedade democrática.

Vejamos, na Figura 2, uma representação esquemática da “complementariedade objetiva específica” entre CTS e QSC:

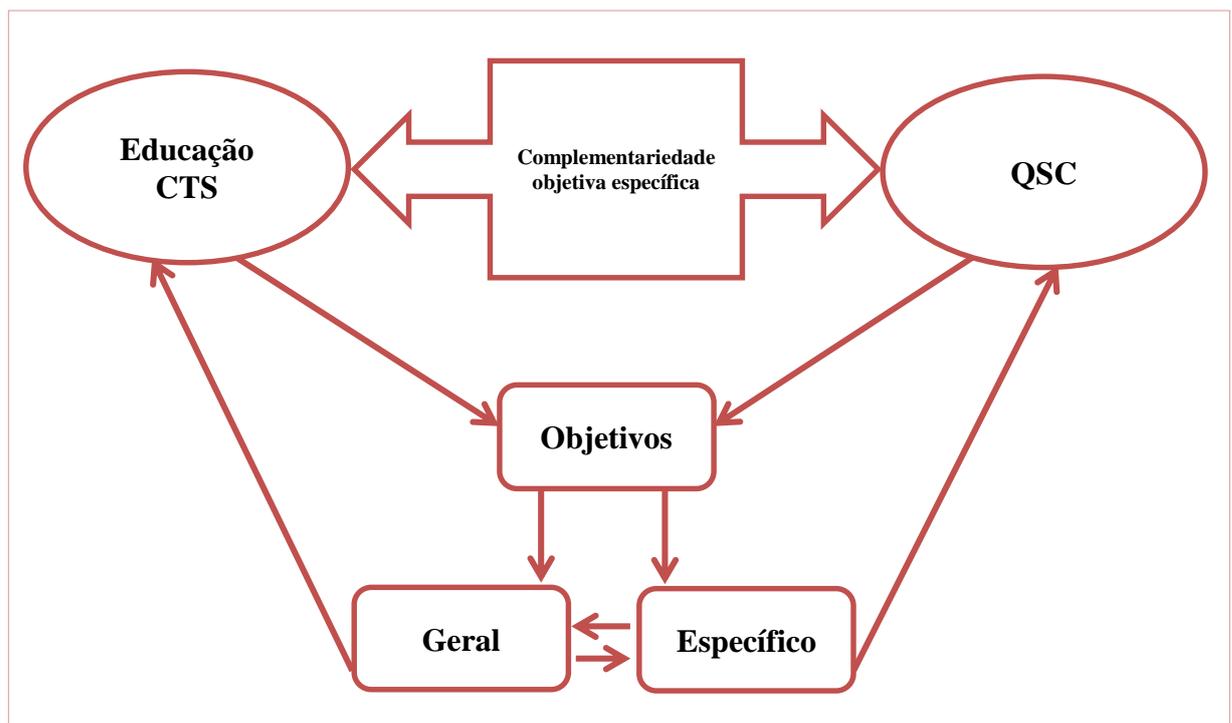


Figura 2. Representação da Complementariedade Objetiva Específica CTS-QSC

Fonte: Elaboração da autora.

No esquema apresentado na Figura 2, demonstramos que a relação das QSC com o enfoque CTS é estabelecida pelos objetivos comuns às duas, ou seja, pelos objetivos gerais. Assim sendo, compreendemos que as peculiaridades voltadas à abordagem das QSC residem na caracterização dos objetivos específicos identificados como: elucidação de valores;

raciocínio ético e moral; argumentação; engajamento para tomada de decisões; limitações do conhecimento técnico; incertezas; natureza multidisciplinar.

1.3 QSC e objetivações

No Ensino de Ciências, as QSC são apontadas como meio de tornar a aprendizagem científica mais relevante (RAMSEY, 1993; MILLAR, 1997; RATCLIFFE, 1998; KOLSTO, 2001; RATCLIFFE; GRACE, 2003; REIS, 2004; ZEIDLER *et al.*, 2005); propulsoras para o desenvolvimento e a melhoria da argumentação (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; PEREIRO-MUNHOZ, 2002; MENDES; SANTOS, 2013), e possibilitam ainda que os educandos formulem, avaliem e até reformulem suas crenças e opiniões, pois envolvem as dimensões éticas e morais (OULTON; DILON; GRACE, 2004; SADLER; ZEIDLER, 2005; LEVINSON, 2006; WU; TSAI 2007; MUELLER; ZEIDLER, 2010).

Neste tópico, elencamos as principais objetivações¹² das investigações sobre QSC no Ensino de Ciências com base em referenciais teóricos da área. Reunimos, nesse sentido, essas objetivações em cinco categorias principais: 1) *Natureza da ciência* (por ex.: ZEIDLER *et al.*, 2002; BELL; LEDERMAN, 2003); 2) *Habilidades argumentativas* (por ex.: JIMÉNEZ-ALEIXANDRE *et al.*, 2000; PENHA, 2012; MENDES; SANTOS, 2013); 3) *Análise de dados científicos* (por ex.: KOLSTO, 2001; SADLER; ZEIDLER, 2005); 4) *Padrões de Raciocínio Informal* (por ex.: SADLER, 2004; SADLER; ZEIDLER, 2005; WU; TSAI, 2007); 5) *Valores éticos e morais* (por ex.: OULTON *et al.*, 2004; SADLER; ZEIDLER, 2004).

Desse modo, serão descritos a seguir os resultados apontados por algumas investigações calcadas nos objetivos citados neste trabalho.

1.3.1 Natureza da Ciência

Zeidler *et al.* (2002) utilizaram como tema o sacrifício de animais para o avanço das pesquisas na área da saúde (medicina). A pesquisa teve por objetivo analisar as crenças de alunos do ensino secundário e dos alunos do ensino superior sobre a natureza da ciência. Os autores evidenciaram que os alunos do ensino superior, durante as discussões, tendem a identificar os fatores de cunho social, enquanto os alunos do ensino secundário delimitaram seu raciocínio em considerações de cunho científico e religioso.

¹² Essas objetivações foram categorizadas com base no trabalho de Sadler e Zeidler (2004) e dizem respeito ao núcleo investigativo das pesquisas em QSC e, portanto explicitam, de acordo com os autores, as linhas temáticas relacionadas à abordagem das QSC. No capítulo 2 deste trabalho, serão apresentadas as categorizações advindas da análise dos objetivos contidos nos artigos revisados.

Além disso, observou-se também que os alunos do ensino superior, mesmo considerando que o conhecimento científico é pautado em fatos, afirmam que utilizariam de opiniões de cunho pessoal para convencer as pessoas a mudar de opinião sobre determinado assunto. Esse fato levou os autores a considerarem que os alunos se importam com as evidências de cunho pessoal em detrimento às de cunho científico.

Na investigação realizada por Bell e Lederman (2003), o objetivo foi identificar as concepções dos participantes acerca da natureza da ciência e qual a relação desta com a tomada de decisão. Para tanto, utilizaram questões com base na ciência e tecnologia. Os autores consideraram que não foi possível evidenciar “padrões discerníveis” relacionados à natureza da ciência. Ressaltam ainda que, mesmo que os participantes tenham apresentado algum grau de raciocínio do tipo “superficial” (baseados em evidências), o que mais se observou foram decisões fundamentadas em valores pessoais, relacionados à ética e moral e também a fatores de cunho social. Os autores sublinham a importância de desenvolver nos alunos orientações epistemológicas, incluindo a natureza da ciência no processo de avaliação de dados científicos em relação às questões sociais.

1.3.2 Habilidades argumentativas

Jiménez-Aleixandre *et al.* (2000) analisaram as interações de alunos em pequenos grupos ao discutirem questões relacionadas à genética. A partir dessas observações, duas categorias foram evidenciadas pelos autores: “operações epistêmicas” e “operações argumentativas”. Segundo eles, as operações epistêmicas são aquelas que apresentam explicações, analogias, definições e classificações advindas da operação cognitiva utilizada para elaborar um argumento, que, de acordo com os autores, são características do processo de construção do conhecimento proveniente das ciências experimentais.

No caso das operações argumentativas, trata-se daquelas que apresentam estrutura de argumento composta por: dados, garantias, conclusões, apoios, qualificadores e refutadores, conforme a estrutura argumentativa proposta por Toulmin. Os resultados da pesquisa de Jiménez-Aleixandre *et al.* (2000) apontam padrões de qualidade dos argumentos com poucas garantias e/ou sem refutador, o que denota não serem argumentos de boa qualidade.

Com relação às operações, os alunos, de acordo com os autores, apresentaram operações epistêmicas limitadas em função da maioria dos argumentos estarem voltados para relações de causa e utilização de analogias ou exemplos.

Na pesquisa realizada por Penha (2012), o objetivo foi avaliar a qualidade da argumentação dos estudantes. Desse modo, duas atividades de debate simulado sobre o tema “a

instalação da TV digital brasileira” foram transcritas e analisadas. Os estudantes foram agrupados e orientados a atuarem em defesa de interesses específicos. De acordo com o autor, os resultados indicaram que a atividade desenvolvida em grupo facilitou o processo da argumentação, pois os estudantes elaboraram premissas que são aceitáveis e relevantes. No entanto, ele ressalta que a maioria não é suficiente para suportar o peso de suas afirmações.

No trabalho de Mendes e Santos (2013), o objetivo foi identificar a ocorrência de situações argumentativas, ações favoráveis ao desenvolvimento da argumentação realizadas pelos professores e a presença do conhecimento científico na composição dos argumentos desenvolvidos. Os resultados, segundo os autores, mostraram que os professores estabeleceram um contexto propício à argumentação ao promoverem as discussões sociocientíficas. No entanto, verificou-se que as situações argumentativas identificadas foram pouco significativas e que os professores apresentaram dificuldades em desenvolver ações verbais específicas voltadas para o estabelecimento da argumentação e para a mobilização de conhecimentos científicos na construção dos argumentos.

1.3.3 Análise das informações científicas

Trabalhos relacionados à análise de informações científicas apresentam elementos que evidenciam que os sujeitos são influenciados por suas crenças, percepções e evidências de cunho científico. Por exemplo, na pesquisa realizada por Kolsto (2001) sobre a forma como os alunos identificam e analisam as fontes de informação, o autor considerou que os alunos utilizam algumas estratégias para tomar decisões em relação à escolha das fontes de informação. São elas: aceitam as afirmações; avaliam as informações por meio de indicadores de confiança; análise dos riscos; admitem que os pesquisadores são autoridades das informações. Além destas, os alunos analisam as fontes de informação com base em dois critérios: 1) pela confiança adquirida pelo *status* da investigação e 2) percepção de um especialista no assunto.

Também nessa mesma linha de investigações, evidenciamos o trabalho de Walker e Zeidler (2007) acerca do papel do conteúdo científico em discussões dessa natureza. Os autores afirmam que o papel desse tipo de conhecimento (científico) tornou-se secundário em virtude das questões morais, pessoais e sociais. Por outro lado, Sadler e Zeidler (2005) afirmam que o conhecimento científico contribui para o raciocínio informal.

1.3.4 Padrões de Raciocínio Informal

O raciocínio informal está associado a questões pessoais e morais utilizadas quando é necessário julgar ou avaliar uma questão controversa. Trata-se de um modo mais amplo para

designar os processos de negociação mental de estudantes ao defenderem suas ideias em QSC. Em outras palavras, o raciocínio informal é utilizado para designar os modos utilizados pelos estudantes para defender ou apresentar suas ideias quando estão atuando em uma controvérsia sociocientífica, e podem ser classificados em diferentes tipos de padrão: racionalista, emotivo, intuitivo (SADLER e ZEIDLER, 2005; PENHA, 2012).

Sadler e Zeidler (2005) identificaram, em uma pesquisa com estudantes sobre terapia gênica e clonagem, três diferentes padrões de raciocínio informal, os quais foram assim caracterizados: 1) Racionalista: decisões baseadas na razão, no custo-benefício da utilização de tecnologias; 2) Emotivo: revelam preocupações com a sociedade diante de suas decisões; 3) Intuitivo descritivo: decisões que não puderam ser explicitadas em termos racionais, baseadas em reações imediatas para o contexto.

No entanto, os autores ressaltaram que os padrões de Raciocínio Informal diversificam-se em função dos cenários de pesquisa. Além disso, também concluíram que os participantes com maior domínio do conteúdo científico (genética) incorporaram aspectos conceituais em seus padrões de raciocínio informal.

Para analisar quais aspectos orientam o RI, e, conseqüentemente, a argumentação de estudantes sobre a implantação de uma Usina Nuclear, Wu e Tsai (2007) apresentaram quatro diferentes orientações: 1) Orientação Social: baseada na preocupação com a sociedade; 2) Orientação Ecológica: baseada na preservação ambiental; 3) Orientação econômica: baseada no desenvolvimento econômico; 4) Orientação científico-tecnológica: baseada em considerações acerca da ciência e da tecnologia.

Os autores identificaram que os alunos desse estudo tenderam ao raciocínio de múltiplas perspectivas, e a maioria deles eram propensos a tomar decisões com base em evidências. Essas evidências advindas do conhecimento científico, segundo os autores, podem ser vistas como uma importante base para melhorar o raciocínio informal e a tomada de decisões sobre QSC.

1.3.5 Valores éticos e morais

A investigação realizada por Fowler *et al.* (2009) foi desenvolvida com alunos de quatro turmas da escola secundária em um prazo de um ano. Os autores objetivaram avaliar a sensibilidade moral de estudantes. Nesse sentido, duas turmas foram tratadas como grupo controle e as outras duas turmas consideradas grupos de tratamento. De acordo com as considerações dos autores, mesmo que os quatro grupos tenham demonstrado um “aumento” da sensibilidade moral, o grupo identificado como “grupo de tratamento” obteve maior ganho do que o grupo controle; no entanto, não consideraram diferenças significativas em relação aos

diferentes cenários/temas abordados. Dessa forma, concluem que a sensibilidade moral diferencia-se em relação ao tema/cenário trabalhado.

O objetivo de Sadler e Zeidler (2004) foi identificar como os estudantes recorrem a moralidade com relação às QSC relacionadas à clonagem e terapia gênica. Nesse sentido, os autores identificaram os padrões de tomada de decisão baseados nas escolhas de princípios de ordem emotiva e intuitiva. Os estudantes recorrem aos padrões morais em função do modo como compreendem a questão; no caso, como um problema moral. Os autores constataram que os fatores morais influenciam de modo significativo a tomada de decisão dos estudantes; desse modo, as pesquisas devem considerar a diversidade de decisões morais evidenciadas.

1.4 QSC e o currículo de Ciências do Brasil

Para identificarmos elementos que sinalizam discussões de cunho controverso sociocientífico no currículo do Ensino de Ciências brasileiro, optamos por traçar um breve histórico destacando eventos que sinalizaram a inserção de discussões acerca de ciência e tecnologia no currículo de ciências do contexto brasileiro. Compreendemos que esse histórico indicará caminhos para interpretarmos a configuração da abordagem CTS nos documentos oficiais atuais (a partir da Lei de Diretrizes e Bases – LDB 9.394/96), de modo a evidenciar elementos específicos para abordagem das QSC.

1.4.1 Um breve histórico da Educação CTS no currículo

A inserção dos aspectos relacionados à ciência e tecnologia no currículo de Ciências do contexto brasileiro historicamente instituiu-se por meio de projetos que admitiram a política de “importação de currículos”. Estes, por sua vez, advindos de contextos sócio-político-econômico-cultural bem específicos. Como afirma Krasilchik (1987), esses projetos de ensino eram fundamentados na aprendizagem por descoberta, o que influenciou os programas oficiais, os livros-textos e a fundação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) em São Paulo, formado por um grupo de professores universitários. Esse grupo aspirava às mudanças curriculares, e seu trabalho concentrou-se em traduzir e adaptar para o Brasil projetos americanos, como também em preparar materiais a serem utilizados nas aulas de laboratório.

As mudanças ocorridas nos currículos das disciplinas científicas na década de 1960 implicaram grandes alterações no Ensino de Ciências, passando-se a vincular o processo intelectual à investigação científica, quando, até então, o que se enfatizava era a observação para a constatação de fatos e a manipulação de equipamento. “A mudança valorizava a participação do aluno na elaboração de hipóteses, identificação de problemas, análise de

variáveis, planificação de experimentos e aplicação de resultados obtidos” (KRASILCHIK, 1987, p. 10).

Assim sendo, em meio às mudanças curriculares, as Feiras de Ciências repercutiram no Brasil a partir de 1965, cujo objetivo era estimular e organizar Clubes de Ciências e Feiras de Ciências. Essas atividades foram vigorosamente estimuladas pelo IBCEC, que lançou à época o Concurso “Cientista do Amanhã” (COSTA, 1994).

A década de 1970 foi marcada, em nível mundial, pelos sinais da insatisfação com os resultados da grande reforma da Educação Científica escolar proveniente da década anterior. A constatação da crise pela qual o Ensino de Ciências passava permaneceu na década seguinte. Segundo Amorim (1995), apesar dos investimentos no aperfeiçoamento dos recursos humanos e da introdução do método experimental, esses projetos fracassaram, pois não houve alteração significativa da qualidade do Ensino de Ciências, que não perdeu as suas raízes tradicionais.

Os questionamentos acerca da hegemonia americana e do papel da ciência e tecnologia para manter o modelo de desenvolvimento dependente, juntamente com a crise econômica que o Brasil enfrentava, contribuíram para que discussões sobre a ciência e tecnologia ganhassem destaque mediante políticas públicas, em função da possibilidade de alavancar a economia do país (KRASILCHIK, 1987; AMORIM, 1995).

Como exemplo, podemos verificar essas preocupações firmadas na Constituição brasileira de 1988, Capítulo IV, artigo duzentos e dezoito (218): “O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas. § 1º - A pesquisa científica básica receberá tratamento prioritário do Estado, tendo em vista o bem público e o progresso das ciências” (BRASIL, 1988).

Em continuidade, a década de 1990 foi marcada por intensas transformações econômicas, políticas e sociais, devido ao fim do confronto político-ideológico entre o socialismo e o capitalismo. Nesse contexto, com o colapso da ex-União Soviética (URSS), instaura-se a nova ordem econômica mundial: a globalização. Assim, para que a educação entrasse em conformidade com as demandas do capital, várias reuniões foram realizadas entre os organismos internacionais e os Estados-Nação, principalmente os que se caracterizavam como subdesenvolvidos, ou em desenvolvimento, como, por exemplo, o Brasil.

Dentre essas reuniões, a que mais se destacou pela sua influência na atualidade recebeu o nome de “Conferência de Jomtien” ou “Conferência Mundial sobre Educação para Todos”¹³,

¹³ Em 1990, de 5 a 9 de março, realizou-se, na cidade de Jomtien, na Tailândia, a Conferência financiada pelas agências: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e Cultura (UNESCO), Fundo das Nações

caracterizada como um grande projeto mundial de educação. Esse evento contou com a participação de 155 governos, que subscreveram a declaração ali aprovada para a década que se iniciava, comprometendo-se a assegurar uma “Educação Básica de Qualidade” para crianças, jovens e adultos.

No mesmo ano (1990), é organizada pelo Ministério da Educação, em Brasília, a “Conferência Internacional sobre Ensino de Ciências para o século XXI: ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia”, na qual foram apresentados vários trabalhos do movimento internacional de CTS no Ensino de Ciências, considerada um momento histórico para a difusão das discussões sobre as inter-relações CTS.

Assim, no Brasil, de acordo com Santos (2008), somente a partir da década de 1990 começam a surgir pesquisas em Programas de Pós-Graduação envolvendo a temática CTS no Ensino de Ciências (ver, por exemplo, SANTOS, 1992; TRIVELATO, 1993; COSTA, 1994; AMORIM, 1995).

Com a promulgação da nova LDB (9.394/96), considerada um marco da primeira etapa de reformas educacionais, as Diretrizes Curriculares e os Parâmetros Curriculares inauguraram o segundo momento dessas implementações. Não se trata mais de reformas de sistemas isolados, mas, sim, de regulamentar e traçar normas para uma reforma da educação em âmbito nacional, e atinge, mais do que na fase anterior, o âmago do processo educativo, isto é, o que o aluno deve aprender e o que e como o professor deve ensinar (MELLO, 2000).

Silva (2010), em sua pesquisa, objetivou analisar os documentos oficiais para o ensino médio (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM, 1999; Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN+, 2002; e Orientações Curriculares para o Ensino Médio – OCEM, 2006) para identificar elementos propositivos à Educação CTS. Assim, a autora considerou que os objetivos relacionados à Educação CTS estão em consonância com as recomendações das políticas curriculares para o Ensino Médio, nos quais há nítida proposição da abordagem dos aspectos sociocientíficos (históricos, políticos, econômicos, culturais, ambientais) relacionados à ciência e tecnologia.

Contudo, Silva (2010) ressalta que, nos documentos oficiais analisados, também estão presentes lacunas e ambiguidades no que diz respeito às estratégias de ação acerca das inter-relações CTS, tais como: contextualização, problematização e abordagem temática. A autora evidencia que interpretações deturpadas acerca dessas estratégias contribuem para o desencadeamento de práticas ingênuas que não condizem com os objetivos que visam uma

Unidas para a Infância (UNICEF), o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e o Banco Mundial.

Educação Científica no âmbito da Educação CTS. Além disso, reconhece que os conceitos sobre ciência e tecnologia veiculados nesses documentos preconizam, mediante uma interpretação crítica, o investimento na formação docente (inicial e continuada) que aborde discussões acerca da natureza da ciência relacionadas ao conhecimento científico específico, seja da Biologia, Física ou Química.

Também na vertente de análise de documentos oficiais, o trabalho de Fernandes-Sobrinho e Santos (2014) tece considerações acerca da proposição CTS no currículo e a avaliação unificada no contexto brasileiro. Os autores analisaram a edição do ano de 2013 do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)¹⁴, tendo como aporte teórico o Enfoque CTS e a Matriz de Referência do ENEM. Objetivaram identificar os aspectos da interdisciplinaridade e contextualização, graus de integração entre áreas de Ciências Humanas e suas Tecnologias e de Ciências da Natureza e suas Tecnologias por meio da análise das questões. De acordo com os autores, as categorias elucidadas permitiram apontar que há limitações na implementação desses aspectos com elevada coordenação frente ao currículo tradicional, caracterizado pela disciplinarização.

1.4.2 QSC e os documentos curriculares oficiais para o Ensino de Ciências

Os documentos curriculares oficiais são orientações destinadas aos professores sobre as disciplinas que compõem a base nacional comum e diversificada do currículo no contexto brasileiro. Reconhecem como um de seus objetivos a contribuição das reflexões ao processo formativo dos professores frente às suas necessidades em abordar os conteúdos de forma ampla e também estratégias metodológicas advindas de ações contextualizadas e interdisciplinares (BRASIL, 1999; 2002; 2006). Nesse sentido, são importantes documentos de análise, pois explicitam os direcionamentos de cunho disciplinar e pedagógico aos professores da Educação Básica a partir das orientações do Ministério da Educação (MEC).

Para identificar nos documentos oficiais expressões que indicam a necessidade em se trabalhar controvérsias sociocientíficas, direcionamos a análise às disciplinas de Biologia, Física, Química que fazem parte da área de “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias” (PCNEM, 1999; PCN+, 2002; OCEM, 2006).

Diferente da análise com utilização prévia de “termos-chave” para serem identificados no texto, optamos por realizar uma leitura sistemática, de modo a realçar os elementos textuais que

¹⁴ Trata-se de um exame implementado em 1998, com o objetivo de avaliar habilidades e competências dos estudantes do Ensino Médio (terceira etapa da Educação Básica). Desde 2009, esse exame tem sido considerado instrumento avaliativo necessário para o ingresso nas universidades brasileiras.

sinalizam a abordagem das controvérsias em cada disciplina. Cabe mencionar que os trechos identificados mediante a análise são aqueles que apresentam as descrições sobre as inter-relações CTS relacionadas aos termos: “polêmicas”, “respeito a opiniões”, “tomada de decisão”, “avaliação de riscos e benefícios”, “valores”, “julgamentos”, “éticos”, “morais”.

Identificamos no Quadro 1, a seguir, alguns trechos dos documentos analisados que expressam esses termos.

Quadro 1. Elementos textuais que sinalizam a abordagem das controvérsias sociocientíficas no Ensino de Ciências

Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (1999)
BIOLOGIA
<p> “[...] um pressuposto para uma compreensão mínima dos mecanismos de hereditariedade e mesmo da biotecnologia contemporânea, sem os quais não se pode entender e emitir julgamento sobre testes de paternidade pela análise do DNA, a clonagem de animais ou a forma como certos vírus produzem imunodeficiências” (p. 9).</p> <p> “[...] deve subsidiar o julgamento de questões polêmicas, que dizem respeito ao desenvolvimento, ao aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias que implicam intensa intervenção humana no ambiente, cuja avaliação deve levar em conta a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, enfim, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa” (p. 14).</p> <p> “O desenvolvimento da Genética e da Biologia Molecular, das tecnologias de manipulação do DNA e de clonagem traz à tona aspectos éticos envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, chamando à reflexão sobre as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade” (p.14).</p> <p> “Questões relativas à valorização da vida em sua diversidade, à ética nas relações entre seres humanos, entre eles e seu meio e o planeta, ao desenvolvimento tecnológico e sua relação com a qualidade de vida, marcam fortemente nosso tempo, pondo em discussão os valores envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico” (p. 15).</p> <p> “[...] identificando aspectos éticos, morais, políticos e econômicos envolvidos na produção científica e tecnológica, bem como na sua utilização, o aluno se transporta de um cenário meramente científico para um contexto em que estão envolvidos vários aspectos da vida humana” (p. 19).</p>
FÍSICA
<p> “Ao mesmo tempo, devem ser promovidas as competências necessárias para a avaliação da veracidade de informações ou para a emissão de opiniões e juízos de valor em relação a situações sociais nas quais os aspectos físicos sejam relevantes. Como exemplos, podemos lembrar a necessidade de se avaliar as relações de risco/benefício de uma dada técnica de diagnóstico médico, as implicações de um acidente envolvendo radiações ionizantes [...]” (p. 28).</p>
QUÍMICA
<p> “[...] Tampouco deve o aluno ficar com impressão de que existe uma “ciência” acima do bem e do mal, que o cientista tenta descobrir. A ciência deve ser percebida como uma criação do intelecto humano e, como qualquer atividade humana, também submetida a avaliações de natureza ética” (p. 31)</p> <p> “No processo coletivo da construção do conhecimento em sala de aula, valores como respeito pela opinião dos colegas, pelo trabalho em grupo, responsabilidade, lealdade e tolerância têm de ser enfatizados, de forma a tornar o Ensino de Química mais eficaz, assim como para contribuir para o desenvolvimento dos valores humanos, que são objetivos concomitantes do processo educativo” (p. 32).</p> <p> “[...] Para dar conta de tais interpretações, são necessárias competências e habilidades de reconhecer os limites éticos e morais do conhecimento científico, tecnológico e das suas relações” (p. 34).</p>

Orientações Complementares aos PCNEM – PCN+ (2002)
BIOLOGIA
<p>“Como notícia política, como notícia econômica, como parte de uma discussão ética, assuntos biológicos cruzam os muros acadêmicos e são discutidos em jornais e revistas de grande circulação ou em programas de entretenimento veiculados pela tevê ou pelo rádio” (p. 33).</p> <p>“Esse conhecimento maior sobre a vida e a vida humana que a escola fundamental propicia, tal como sublinham os PCNEM, permite ao aluno posicionar-se frente a questões polêmicas, como as que tratam da ocupação urbana desordenada, dos desmatamentos e a consequente redução da biodiversidade na biosfera, ou da manipulação do DNA” (p. 34).</p> <p>“Não há uma preocupação em tratar o fenômeno da hereditariedade da vida de modo que o conhecimento aprendido seja instrumental e possa subsidiar o julgamento de questões que envolvam preconceitos raciais, ou facilitar o posicionamento diante de polêmicas relacionadas à produção e à utilização de organismos geneticamente modificados, ou ao emprego de tecnologias resultantes da manipulação do DNA” (p. 35).</p> <p>“Tema 5. Transmissão da vida, ética e manipulação gênica. [...] Além disso, tais conhecimentos permitem que os alunos sejam introduzidos no debate das implicações éticas, morais, políticas e econômicas das manipulações genéticas, analisando-as e avaliando os riscos e benefícios para a humanidade e o planeta” (p. 49).</p> <p>“Tema 6. Origem e evolução da vida. [...] os alunos têm oportunidade de perceber a transitoriedade dos conhecimentos científicos, posicionar-se em relação a questões polêmicas e dimensionar processos vitais em diferentes escalas de tempo, além de se familiarizarem com os mecanismos básicos que propiciam a evolução da vida e do ser humano em particular” (p. 50).</p>
FÍSICA
<p>“Reconhecer, [...] a relação entre Física e ética, seja na definição de procedimentos para a melhoria das condições de vida, seja em questões como do desarmamento nuclear ou em mobilizações pela paz mundial” (p. 68).</p> <p>“[...] da preservação responsável do ambiente, conhecendo as estruturas de abastecimento de água e eletricidade de sua comunidade e dos problemas delas decorrentes, sabendo posicionar-se, argumentar e emitir juízos de valor” (p. 68)</p> <p>“[...] para compreender e lidar com as variações climáticas e ambientais como efeito estufa, alterações na camada de ozônio e inversão térmica, fornecendo elementos para avaliar a intervenção da atividade humana sobre essas variações” (p. 73).</p> <p>“[...] novos sistemas tecnológicos, como microcomputadores, combustíveis nucleares, rastreamento por satélite, <i>lasers</i> e cabos de fibra óptica. A compreensão desses aspectos pode propiciar, ainda, um novo olhar sobre o impacto da tecnologia nas formas de vida contemporâneas, além de introduzir novos elementos para uma discussão consciente da relação entre ética e ciência” (p. 77).</p> <p>“[...] ter condições de avaliar riscos e benefícios que decorrem da utilização de diferentes radiações, compreender os recursos de diagnóstico médico (radiografias, tomografias etc.), acompanhar a discussão sobre os problemas relacionados à utilização da energia nuclear [...]” (p. 77).</p>
QUÍMICA
<p>“Compreender e avaliar a ciência e tecnologia química sob o ponto de vista ético para exercer a cidadania com responsabilidade, integridade e respeito; por exemplo, no debate sobre fontes de energia, julgar implicações de ordem econômica, social, ambiental, ao lado de argumentos científicos para tomar decisões a respeito de atitudes e comportamentos individuais e coletivos” (p. 93).</p>
Orientações Curriculares para o Ensino Médio – OCEM (2006)
BIOLOGIA
<p>“Cotidianamente, a população, embora sujeita a toda sorte de propagandas e campanhas, e, mesmo diante da variedade de informações e posicionamentos, sente-se pouco confiante para opinar sobre temas polêmicos</p>

<p>e que podem interferir diretamente em suas condições de vida, como o uso de transgênicos, a clonagem, a reprodução assistida, entre outros assuntos” (p. 17).</p> <p>“Cabe estimular o aluno a avaliar as vantagens e desvantagens dos avanços das técnicas de clonagem e da manipulação do DNA, considerando valores éticos, morais, religiosos, ecológicos e econômicos” (p. 25).</p>
FÍSICA
<p>“Mas quando se solicita a posição do cidadão sobre clonagem, pesticidas agrícolas ou uso de energia nuclear, entra também o debate ético e político, na medida em que esse uso compromete a própria existência humana” (p. 47).</p>
QUÍMICA
<p>“Compreensão e avaliação da ciência e da tecnologia química sob o ponto de vista ético para exercer a cidadania com responsabilidade, integridade e respeito” (p. 115).</p> <p>“[...] A discussão de aspectos sociocientíficos articuladamente aos conteúdos químicos e aos contextos é fundamental, pois propicia que [...] desenvolvam a capacidade de tomada de decisão com maior responsabilidade, na qualidade de cidadãos, sobre questões relativas à Química e à Tecnologia, e desenvolvam também atitudes e valores comprometidos com a cidadania [...]” (p. 119).</p>

Fonte: Elaboração da autora com base em Brasil (1999; 2002 e 2006, grifo nosso).

Como podemos perceber no quadro anterior, os elementos relacionados à abordagem das controvérsias sociocientíficas são recorrentes nas proposições curriculares da disciplina de Biologia. De acordo com Nascimento Jr. (2011), “em síntese, os documentos curriculares identificam o conhecimento produzido pela biologia como um produto social, ou seja, entendem a biologia como uma construção social. Reconhecem as flutuações e contradições ao longo de sua história” (p. 238). Isso se deve, conseqüentemente, ao próprio conteúdo biológico que, por sua natureza, lida com questões polêmicas relacionadas à origem da vida, evolução, genética, mutação, biotecnologia, dentre outros.

No que compete ao conteúdo da Física, mesmo diante do pouco quantitativo de trechos selecionados (Cf. Quadro 1), identificamos, nos documentos, muitas descrições acerca da importância em se abordar o conteúdo físico de forma ampla, de modo a reconhecer o conhecimento físico para compreensão das relações da ciência, tecnologia e sociedade. Isso, de certa forma, evidencia a importância em se trabalhar com os aspectos sociocientíficos relacionados a temas controversos também presentes na Física, como podemos observar nas descrições a seguir: “[...] o desenvolvimento da comunicação via satélite, a telefonia celular, são alguns exemplos de informações presentes nos jornais e programas de televisão que deveriam também ser tratados em sala de aula” (BRASIL, 1999, p. 27), ou ainda: “Acompanhar [...] no noticiário sobre telefonia celular, identificar que essa questão envolve conhecimentos sobre radiações, suas faixas de frequência, processos de transmissão, além de incertezas quanto a seus possíveis efeitos sobre o ambiente e a saúde” (BRASIL, 2002, p. 64).

Como observado, as proposições sobre a abordagem do conteúdo da Física, também expressam as inter-relações CTS. No entanto, identificamos menos descrições, mas com expressões sobre a importância em se reconhecer/identificar riscos/benefícios de determinadas técnicas para se avaliar as informações e emitir juízos de valor. Em outra vertente, encaixam-se os trechos da química (OCEM, 2006), aqueles que apresentam notória relação entre o conhecimento de química, as discussões dos aspectos sociocientíficos e tecnológicos e o desenvolvimento da tomada de decisão comprometida com a cidadania.

De modo geral, os três documentos analisados explicitam a abordagem dos aspectos históricos, políticos, econômicos, sociais, culturais e ambientais relacionados à ciência e tecnologia. Além disso, nos PCN+ (2002) e nas OCEM (2006), a organização curricular, em temas estruturadores e competências, envolvem a necessidade de se trabalhar com a “contextualização sócio-cultural”, que, por sua vez, implica na avaliação do “caráter ético do conhecimento científico e tecnológico”. Essa proposição avaliativa, mesmo que implicitamente expressa a importância de se abordar as controvérsias sociocientíficas nas quais demandam discussões que envolvam valores éticos e morais.

Sabe-se que os mencionados documentos não têm valor legal no momento, em decorrência da promulgação, em 2012, das novas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais (DCNG) da Educação Básica (BRASIL, 2013), as quais revogaram as referidas orientações curriculares elaboradas com base nas Diretrizes anteriores. Todavia, pelo fato de não terem sido editados novos documentos, os que foram analisados são os que orientaram as políticas públicas educacionais por mais de dez anos. Por exemplo, os Programas Nacionais de Livro Didático, os exames de avaliação do sistema educacional, as elaborações de propostas curriculares pelos Estados da Federação e os programas de formação de professores.

Deve-se considerar, ainda, que, nas novas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (BRASIL, 2013), há determinação no Art. 12 de que “o currículo do Ensino Médio deve I - garantir ações que promovam: a) a **educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência**, das letras e das artes (BRASIL, 2013, p. 197, grifo nosso). Neste documento das Diretrizes, no item de número seis, sobre a “Função do Ensino Médio no marco legal”, há a afirmação de que a finalidade da educação é de tríplice natureza:

I – o pleno desenvolvimento do educando deve ser voltado para uma concepção teórico-educacional que leve em conta as dimensões: intelectual, afetiva, física, ética, estética, política, social e profissional; II – o preparo para o exercício da cidadania centrado na condição básica de ser sujeito histórico, social e cultural; sujeito de direitos e deveres; III – a qualificação para o trabalho fundamentada na perspectiva de **educação como um processo articulado entre ciência, tecnologia, cultura e**

trabalho. (BRASIL, 2013, p. 169, grifo nosso).

Entende-se que a educação tecnológica e a articulação entre ciência, tecnologia e trabalho pressupõem conhecimentos, sobretudo de QSC, que são inerentes à ciência e tecnologia. Deve-se destacar, ainda, que toda a fundamentação para a organização curricular do Ensino Médio nas novas Diretrizes (BRASIL, 2013) está centrada no trabalho, na ciência, tecnologia e cultura como dimensões da formação humana. A menção da ciência e tecnologia como dimensão curricular está presente em diversos trechos do referido documento, como ilustrado na citação abaixo:

Os componentes curriculares e as áreas de conhecimento devem articular a seus conteúdos, a partir das possibilidades abertas pelos seus referenciais, a abordagem de temas abrangentes e contemporâneos, que afetam a vida humana em escala global, regional e local, bem como na esfera individual. Temas como saúde, sexualidade e gênero, vida familiar e social, assim como os direitos das crianças e dos adolescentes, de acordo com o Estatuto da Criança e do Adolescente (Lei nº 8.069/90), preservação do meio ambiente, nos termos da política nacional de educação ambiental (Lei nº 9.795/99), educação para o consumo, educação fiscal, trabalho, **ciência e tecnologia**, diversidade cultural, devem permear o desenvolvimento dos conteúdos da base nacional comum e da parte diversificada do currículo. (BRASIL, 2013, p. 165, grifo nosso).

Dessa forma, podemos afirmar que as orientações curriculares analisadas no que diz respeito à inclusão das QSC permanecem em concordância com o novo texto das Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais.

Em continuidade, no ano de 2015, frente ao exposto nas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica e ao Plano Nacional de Educação, o MEC apresenta para consulta pública o documento preliminar à Base Nacional Comum Curricular (BNCC)¹⁵. Trata-se de um conjunto de proposições que orientam as escolhas feitas pelos componentes curriculares na definição de objetivos de aprendizagem. Visa enfatizar a consideração das dimensões ética, estética e política para efetivação dos direitos de aprendizagem relacionados às quatro áreas do conhecimento – Ciências da Natureza, Ciências Humanas, Linguagens e Matemática (BRASIL, 2015).

O documento da BNCC (BRASIL, 2015) prevê a padronização de 60% dos conteúdos a serem apresentados aos alunos da Educação Básica, ano a ano, sendo que, os outros 40% serão definidos pelas próprias instituições e redes de ensino, contemplando particularidades regionais. Sinaliza que a definição de objetivos e critérios se materializem nos componentes

¹⁵ A elaboração do texto preliminar da nova proposta curricular foi realizada por um Comitê de Assesores, com 116 especialistas de 35 universidades. A proposta esteve aberta a discussões e proposições até o mês de Dezembro de 2015 e pode ser acessada no portal do MEC.

curriculares por meio de eixos integradores cuja função é articular tanto os componentes de uma mesma área quanto as diferentes etapas de escolarização. Essa integração é estabelecida pelos “temas integradores”. Tais temas, de acordo com o documento, dizem respeito a questões que perpassam objetivos de aprendizagem de diversos componentes curriculares nas diferentes etapas da Educação Básica, são eles: “Consumo e educação financeira”; “Ética e direitos humanos e cidadania”; “Sustentabilidade”; “Tecnologias Digitais”; “Culturas Africanas e Indígenas”.

A BNCC, sobre a área de “Ciências da Natureza”, apresenta na seção “Componente Curricular - Biologia” a organização do ensino do conhecimento biológico em torno de unidades de conhecimento que atendam aos seguintes critérios:

Inclua saberes conceituais que estruturam o pensamento da área, que se articulem com saberes práticos e auxiliem o exercício da cidadania e tomada de decisão socialmente responsável; permitam um tratamento progressivo e recursivo de conceitos estruturantes ao longo do currículo; Contemplem em conjunto, os diferentes níveis de organização da vida (molecular, celular, tecidual, sistêmico, populacional, ecossistêmico) e a relação entre eles (BRASIL, 2015, p. 206).

Ainda, nessa seção, explicita a importância em se abordar discussões de QSC para contemplar as dimensões sociais, tecnológicas, culturais, éticas, afetivas e artísticas. Anuncia também que as QSC são propulsoras para o reconhecimento de dimensões da contextualização histórica, social e cultural da Biologia e enfatiza que sua abordagem pode contribuir para a compreensão das inter-relações CTS.

Como observado nas descrições logo acima, o documento apresenta critérios gerais para a abordagem de conteúdos por meio de unidades de conhecimento. Cada unidade de conhecimento possui objetivos a serem alcançados conforme a progressão esperada para cada ano letivo. Os objetivos estão voltados aos educandos e calcados em um processo progressivo por meio de três indicativos: 1) iniciados: familiarização e apropriação do conhecimento; 2) trabalho sistematicamente: oportunidade de aplicação e operação dos conhecimentos, de modo a aprofundá-los; 3) consolidados: quando há clareza dos conhecimentos e generalização em mais de uma situação. Nesse processo a recursão é a ação pedagógica que intencionalmente retoma um conceito em função do aprofundamento conceitual do tema.

No que compete às QSC, podemos destacar que as mesmas foram evidenciadas como importantes ferramentas na abordagem de aspectos relativos à compreensão das inter-relações CTS, o que indicam a relação “CTS-QSC”. Além disso, são vistas como propulsoras para a contextualização histórica, social e cultural do conhecimento biológico. Também identificamos no referido documento a abordagem de QSC para a formação de um cidadão crítico e

participativo no que compete ao ensino de química.

Embora, as QSC estejam notadamente expressas na BNCC, seu conceito ainda comparece calcado em um viés predominantemente metodológico visto que são sinalizadas no documento enquanto “atividade-meio” para o alcance de outros objetivos formativos. Em outras palavras, não se menciona a importância de um planejamento voltado a análise conceitual para se determinar as especificidades de seus elementos constitutivos e, a diversidade de cenários sociocientíficos em que possam ser discutidas frente à identificação das controvérsias.

Além disso, nos questionamos: como pensar em um ensino integrado se a proposta é apresentada a partir dos componentes disciplinares? Acreditamos que a proposta da BNCC, de antemão deveria expressar os temas integradores sinalizando claramente a legitimidade das mudanças propostas, nos fundamentos de um currículo integrado em um eixo de complementariedade entre os conteúdos disciplinares e suas relações com os ASC e não justaposto da forma como está sendo explicitado.

No entanto, como se trata de um documento ainda em construção previsto para ser publicado em Abril de 2016, acreditamos que tais sinalizações mereçam um olhar mais crítico e possam adquirir um embasamento teórico-metodológico melhor fundamentado no que compete ao currículo integrado e à abordagem de QSC no Ensino de Ciências.

2 REVISÃO DE LITERATURA SOBRE QSC

Como evidenciamos no capítulo anterior, as QSC envolvem uma gama de proposições tanto de cunho investigativo como pedagógico, ambas voltadas para o Ensino de Ciências. Essas proposições estão relacionadas à compreensão das inter-relações CTS e das controvérsias situadas em uma QSC e, em suma, objetivam a formação/empoderamento de educandos para participação sociopolítica. Em outras palavras, corroboramos com Reis (2013) ao utilizarmos o termo “ação sociopolítica”, na qual implica a capacitação de educandos críticos e construtores de seu conhecimento por meio de práticas investigativas, as quais resultam de atividades educativas centradas nos educandos e nos problemas sociocientíficos e socioambientais.

Diante da nossa compreensão acerca da Educação CTS, ao que parece, o enfoque das inter-relações CTS no contexto educativo envolve todos os elementos propositivos da abordagem das QSC. Ademais, o cenário da pesquisa nos tem revelado as controvérsias sociocientíficas como uma linha de estudos bastante profícua frente à melhora do Ensino de Ciências. Entretanto, como as QSC se constituíram foco no cenário investigativo e pedagógico? Quais as especificidades teórico-práticas das QSC com relação às inter-relações CTS? São divergentes ou complementares? Quais vertentes investigativas e pedagógicas podemos caracterizar diante das análises das pesquisas nacionais e internacionais?

Tendo esses questionamentos como orientadores das nossas discussões, no presente capítulo, apresentamos um “mapeamento descritivo-analítico” das pesquisas sobre QSC nas áreas de Educação e Ensino de Ciências por meio da análise de artigos, dissertações, teses nacionais e artigos internacionais.

Assim, a partir dessa caracterização inicial, buscamos descrever objetivos e explicitar como as pesquisas têm inserido as QSC no Ensino de Ciências, de modo a caracterizar a sua relação com a Educação CTS e, ao mesmo tempo, apontar especificidades de sua abordagem a partir da identificação de elementos epistêmicos que consubstanciam a natureza das QSC.

Consideramos em nosso trabalho que a análise dos artigos, dissertações e teses se constituiu em um “mapeamento descritivo-analítico”, pois intencionalmente nos atentamos em evidenciar aspectos pontuais das investigações. O objetivo foi traçar um “mapa”, ou seja, uma possível representação do campo das pesquisas sobre QSC no Ensino de Ciências. Nesse sentido, o ato de “mapear” nada mais é do que delinear ou indicar perfis sobre a área que

propomos estudar. Essa ação se deu por meio da descrição atual das pesquisas e da identificação de elementos-chave que indicam como estão sendo desenvolvidas essas pesquisas.

Assim, para o mapeamento das pesquisas sobre QSC no Ensino de Ciências tanto no contexto nacional quanto internacional, delimitamos nossa análise a um período de 20 anos (1993-2013). Para tanto, realizamos¹⁶ a seleção dos periódicos de acordo com os seguintes critérios: a) serem da área de Ensino/Educação em Ciências e, b) serem classificados pelo Sistema Integrado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) – Web Qualis¹⁷ entre os estratos A1 e A2.

Dessa forma, identificamos 22¹⁸ periódicos internacionais (Cf. Apêndice A). Com relação aos periódicos nacionais, ampliamos os critérios e selecionamos aqueles com maior representatividade, ou seja, aqueles de maior circulação e impacto para a área de Ciências (Biologia, Química, Física). Os termos utilizados para a seleção dos artigos internacionais e nacionais foram: socio-scientific; socioscientific; socioscientific issues; socio-scientific issues; controversial socioscientific issues; SSI; STS; questões sociocientíficas; sociocientífico; controvérsias sociocientíficas; temas polêmicos; temas controversos.

Na primeira triagem, identificamos um total de duzentos (200) artigos, pois a busca também se refere às palavras-chave e aos assuntos referentes aos termos utilizados para tal finalidade. Como o objetivo maior desse levantamento é identificar as pesquisas que tiveram como foco o estudo das QSC, delimitamos a analisar aqueles artigos que continham em seu título as expressões que utilizamos na seleção inicial dos artigos nacionais e internacionais. Assim, os artigos que analisamos estão identificados em um quadro (Cf. Apêndices B e C), no qual explicita o nome do periódico, ano de publicação, volume, número, nome dos autores e título.

¹⁶ Este levantamento foi realizado em conjunto com a colega de doutoramento Shirley Buffon enquanto atividade do Grupo de Pesquisa “Ensino de Ciências e Cidadania” com o objetivo de aprofundamento teórico para o desenvolvimento de nossos trabalhos sobre QSC.

¹⁷ Qualis é o conjunto de procedimentos utilizados pela Capes para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação. Como resultado, disponibiliza uma lista com a classificação dos veículos utilizados pelos programas de pós-graduação para a divulgação da sua produção. A classificação de periódicos e eventos é realizada pelas áreas de avaliação e passa por processo anual de atualização. Esses veículos são enquadrados em estratos indicativos da qualidade – sendo A1 o mais elevado; A2; B1; B2; B3; B4; B5e; C – com peso zero. Informações disponíveis em: <http://www.cpgss.ucg.br/home/secao.asp?id_secao=99>.

¹⁸ Destes, foram selecionados para análise apenas os periódicos que continham artigos que correspondiam aos nossos descritores de pesquisa. Portanto os artigos encontrados foram referentes a onze periódicos.

Nessa segunda triagem, identificamos o total de cento e dez (110) artigos, sendo noventa e três (93¹⁹) artigos nos periódicos internacionais e dezessete (17²⁰) nos periódicos nacionais, conforme explicitado no Quadro 2, a seguir:

Quadro 2. Periódicos Internacionais e Nacionais da área de Educação/Ensino de Ciências

Nº.	Periódicos Internacionais	Área de Impacto	Quantidade
01	Research in Science Education	Educação e Ensino	19
02	Cultural Studies of Science Education	Ensino	5
03	Science & Education	Educação e Ensino	4
04	International Journal of Science Education	Educação e Ensino	31
05	Journal of Research in Science Teaching	Educação	12
06	Research in Science & Technological Education	Ensino	1
07	Science Education	Educação e Ensino	13
08	Journal of Science Education and Technology	Educação	2
09	Science Education International	Educação	2
10	Studies in Science Education	Educação	1
11	Enseñanza de las Ciencias	Educação e Ensino	3
Nº.	Periódicos Nacionais (Qualis - CAPES)	Área de Impacto	Quantidade
01	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (A2)	Educação e Ensino	2
02	Investigações em Ensino de Ciências (A2)	Educação e Ensino	4
03	Ciência & Ensino – <i>on-line</i> (B1)	Ensino	5
04	Ciência & Educação (A1)	Ensino	4
05	Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia (B1)	Ensino	1
06	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (A2)	Educação e Ensino	1

Fonte: Elaboração da autora.

¹⁹ Destes, dois artigos (11.2; 11.3) são oriundos de pesquisas realizadas no Brasil.

²⁰ Destes, quatro artigos são oriundos de pesquisas internacionais, sendo: Portugal (2.1; 4.2); México (3.3) e Inglaterra (5.1).

Nesta primeira etapa da análise, observamos que a maior parte dos artigos que discutem QSC são provenientes do contexto internacional e que o periódico *International Journal of Science Education* apresenta o maior quantitativo de artigos publicados. Cabe destacar que foram identificados seis periódicos brasileiros em contraponto com 11 internacionais, em função dos critérios adotados, o que, de certa forma, é um fator limitante no que se refere aos periódicos nacionais da área de Educação e Ensino de Ciências.

Desse modo, a fim de identificar concretamente as pesquisas sobre QSC no cenário nacional, também realizamos o levantamento e a posterior análise de dissertações e teses, que serão descritos logo após as análises dos artigos nacionais e internacionais.

2.1 Artigos em periódicos nacionais e internacionais

Para as análises dos artigos, elaboramos uma *ficha analítica* (Cf. Apêndice D e E), na qual identificamos ano, volume, número do periódico, nome dos autores, título do trabalho, objetivos, metodologia, referencial teórico predominante e natureza do trabalho (teórica ou empírica). Iniciamos nossa análise identificando o ano em que houve maior quantitativo de publicações. Em relação à produção nacional, foram 17 artigos publicados, sendo que a maior parte, ou seja, cinco artigos referentes às QSC, é do ano de 2007, e todos foram publicados no periódico “Ciência & Ensino”.

Evidenciamos um significativo aumento das pesquisas internacionais sobre QSC a partir do ano de 2004 e elevado número de publicações em 2012, com vinte e dois (22) artigos publicados²¹, como podemos averiguar no gráfico representado pela Figura 3, a seguir:

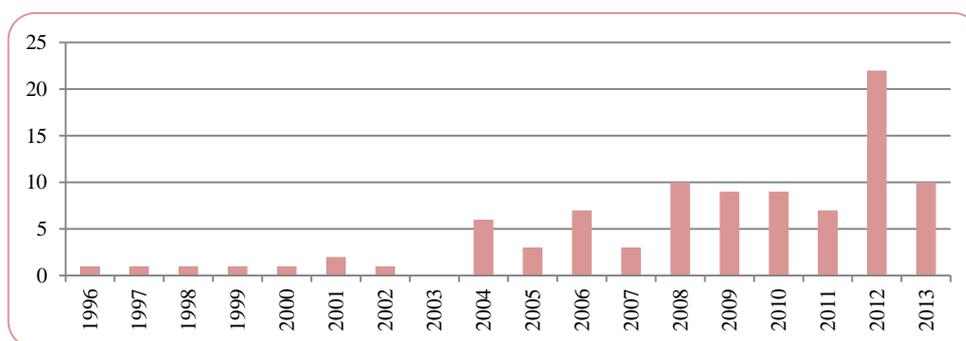


Figura 3. Quantitativo de publicações internacionais e ano de publicação

Fonte: Elaboração da autora.

²¹ Deste quantitativo, sete são provenientes do número especial do periódico “Research in Science Education” visto que se trata de uma edição sobre a abordagem de QSC na Educação Científica no âmbito das Nações Unidas. Também destacamos o periódico “International Journal of Science Education”, com seis artigos sobre QSC publicados no volume 34.

As publicações nos periódicos nacionais são oriundas de pesquisas realizadas em diferentes estados brasileiros: Minas Gerais (1.1; 1.2); Brasília – Distrito Federal (2.3; 4.3); São Paulo (2.4; 4.4); Rio de Janeiro (6.1). Em relação à publicação (3.3), a pesquisa foi desenvolvida no Brasil (Rio de Janeiro) e em outro país latino (México). Na publicação (3.5), há relato de que a pesquisa foi desenvolvida em uma universidade estadual brasileira, e as autoras são vinculadas ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de São Carlos (São Paulo). A publicação (4.1) não explicita o local de desenvolvimento da pesquisa, e os autores são oriundos da Universidade Federal de Sergipe e da Universidade Estadual Paulista – Ilha Solteira (São Paulo).

Os autores dos artigos de natureza teórica apresentaram-se vinculados à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e à Universidade Estadual Paulista (2.2); ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Campinas (3.1); ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina (3.2); à Universidade Estadual da Bahia e Universidade Estadual de São Paulo – Rio Claro (3.4). Três artigos são provenientes de outros países: Portugal (2.1, 4.2); e Inglaterra (5.1).

No âmbito internacional, há um maior número de publicações das pesquisas oriundas da Europa com (39) publicações, sendo em sua maioria do Reino Unido, com onze (11) publicações; América do Norte com (32) publicações, com destaque para os Estados Unidos da América, com trinta e uma (31) publicações; Ásia com (9) publicações, sendo cinco (5) advindas de pesquisas da China; e América do Sul com (3) publicações, dessas, duas (2) publicações brasileiras. Podemos observar esses dados na Figura 4 que se segue:

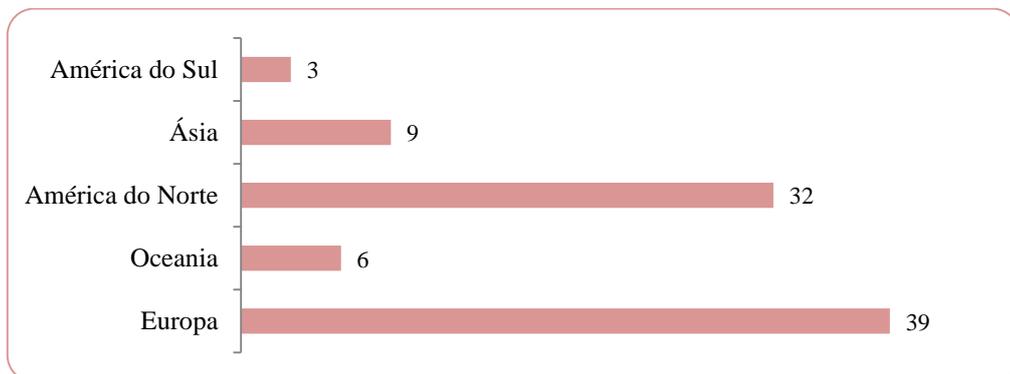


Figura 4. Produção científica internacional referente à sua origem

Fonte: Elaboração da autora.

Com o intuito de caracterizar as pesquisas sobre/com QSC no Ensino de Ciências tanto no contexto nacional quanto internacional, predefinimos eixos de análise, a saber: 1) Objetivos; 2) Estratégias metodológicas para abordagem das QSC; 3) Pressupostos Teóricos e; 4) Principais Inferências Teóricas e Empíricas. As categorias identificadas em cada eixo foram elucidadas tendo como referência a proposta analítica de Bardin (2008), a qual afirma que a categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos.

De acordo com Bardin (2008), o processo de categorização baseia-se em operações de desmembramento do texto em unidades, ou seja, descobrir os diferentes núcleos de sentido que constituem a comunicação e, posteriormente, realizar o seu reagrupamento em classes, categorias ou temas.

Nesse sentido, concomitantemente à leitura dos artigos, elaboramos as fichas analíticas subdivididas em unidades de sentidos, na qual identificamos como categorias preliminares os objetivos; a metodologia; o referencial teórico predominante e a natureza do trabalho. Essas fichas foram preenchidas com a seleção de elementos textuais interpretados a partir da leitura dos artigos.

Posteriormente, esses elementos textuais foram reagrupados e se constituíram em subcategorias para uma identificação mais detalhada de cada eixo predefinido. Desse modo, nos tópicos a seguir, explicitaremos nossas compreensões sobre o cenário das pesquisas de QSC, de modo a apresentar as descrições analíticas de cada eixo, evidenciando as pesquisas internacionais e nacionais seguida da análise categorial das Teses e Dissertações brasileiras.

2.1.1 Objetivos

Os objetivos em um trabalho de pesquisa sinalizam o que os autores se prestam a alcançar. Assim, por meio da identificação do que desejam, caracterizamos as proposições investigativas. Em outras palavras, identificamos o que objetivamente os autores se propuseram a alcançar por meio da abordagem/proposição de controvérsias no Ensino de Ciências. Iniciaremos explicitando os objetivos apresentados pelos artigos nacionais, seguido dos artigos internacionais. Reiteramos que as descrições referentes às categorias preliminares dos artigos (nacionais e internacionais) encontram-se apresentadas de forma sucinta nas *fichas analíticas* (Cf. Apêndices D e E).

Os artigos nacionais apontam como objetivos principais: a) Analisar interações discursivas e desenvolvimento de atitudes e valores mediante discussões de QSC (1.1²²; 1.2; 6.1); b) Analisar compreensões acerca de uma determinada QSC (2.1; 2.4; 4.1; 4.2); c) Promover discussões de QSC na formação de professores e na educação básica (2.3; 3.2; 3.5; 4.3; 4.4) d) Teóricos de revisão e proposição de análise (2.2; 3.1; 3.2; 3.4; 5.1). Conforme identificado, percebemos que, no contexto brasileiro dos dezessete (17) artigos analisados, nove (9) publicações apontam como objetivo principal a evidenciação de compreensões sobre QSC e a promoção e análise de propostas pedagógicas para abordagem de temas controversos.

Isso indica que as pesquisas têm focado suas objetivações na implementação de discussões dessa natureza na educação básica, evidenciando que esse tipo de atividade é escasso no processo formativo de professores. Nas publicações internacionais²³, identificamos sete (7) subcategorias apresentadas no Quadro 3, a seguir:

Quadro 3. Síntese da descrição-analítica dos objetivos das publicações internacionais

Objetivos	Identificação dos trabalhos
1) Análise das concepções e compreensões de estudantes e professores;	1.2; 1.15; 1.16; 3.2; 3.4; 4.5; 4.6; 4.22; 4.27; 4.30; 4.31; 5.1; 5.4; 5.8; 5.9; 7.2; 7.3; 7.7;
2) Análise dos discursos, das discussões em sala de aula;	1.1; 1.4; 1.13; 1.18; 2.4; 4.7; 4.12; 4.13; 4.18; 4.21; 4.23; 4.24; 7.10;
3) Análise das argumentações;	1.5; 1.6; 4.2; 4.3; 4.8; 4.17; 4.25; 4.28; 5.6; 5.11; 6.1; 7.6; 7.11; 7.13; 8.1; 8.2; 9.2, 11.3;
4) Análise da tomada de decisão, de atitudes dos estudantes;	1.8; 1.9; 4.1; 4.14; 5.5; 5.10; 7.8;
5) Análise do Raciocínio Informal ²⁴	1.3; 1.7; 2.2; 4.9; 4.11; 4.19; 4.20; 4.26; 5.3; 5.12; 7.4; 7.9; 7.12;
6) Análise das propostas curriculares e práticas pedagógicas;	1.11; 1.12; 1.17; 1.19; 3.1; 4.16; 9.1; 11.1; 11.2;
7) Artigos teóricos;	revisão: 5.2; 10.1; proposição analítica: 1.14; 2.1; 2.3; 2.5; 3.3; 4.4; 4.10; 4.15; 4.29; 5.7; 7.1; 7.5;

Fonte: Elaboração da autora.

²² Trata-se do código de identificação dos artigos analisados, conforme está representado no Apêndice B (artigos internacionais) e C (artigos nacionais). A mesma codificação é identificada nas sínteses da análise categorial nos Apêndices D e E.

²³ O artigo codificado (1.10) não foi categorizado por se tratar de uma apresentação da temática do periódico.

²⁴ As discussões de QSC envolvem pontos de vista de ordem social, moral ou científica, que entram em conflito. A negociação e a resolução de tais questões envolvem o raciocínio informal (RI) quando tentam explicar suas opiniões sobre problemas sem soluções definidas (SADLER; ZEIDLER, 2005).

Como observamos no quadro anterior, as pesquisas no cenário internacional têm sido desenvolvidas, em sua maioria (18 publicações), com objetivos voltados para identificação das concepções e compreensões sobre uma determinada QSC, e envolvem análise de concepções de estudantes, professores e da comunidade sobre a natureza da ciência e temas controversos. Também se destacam os objetivos relacionados à promoção da argumentação de estudantes (18 publicações), que visam a análise do processo argumentativo, a qualidade das argumentações e o desenvolvimento de habilidades argumentativas.

As pesquisas que objetivam analisar discussões em sala de aula sobre QSC (13 publicações) caracterizam-se por identificar os processos de negociação mental de estudantes quando defendem suas ideias sobre um determinado tema controverso e as interações discursivas entre professores e alunos. Sobre os objetivos relacionados às propostas curriculares e práticas pedagógicas (9 publicações), em sua maioria, visam analisar e avaliar a implementação de atividades com foco em temas controversos, análise de planos de ensino e estratégias de abordagem das QSC.

2.1.2 Estratégias metodológicas para abordagem das QSC

Buscamos identificar, nas publicações, quais estratégias metodológicas têm sido utilizadas para a abordagem das QSC. Portanto, não se constituiu foco dessa análise a metodologia de análise investigativa. Assim, artigos teóricos e aqueles em que se propunham analisar documentos oficiais ou apresentar limites e potencialidades sobre um determinado método de abordagem das QSC não foram analisados nessa categoria.

A partir da análise das publicações internacionais, reunimos as estratégias metodológicas em quatro subcategorias: a) sequência didática, oficinas e planos de ensino: esses trabalhos fizeram uso do planejamento e da aplicação de sequências didáticas desenvolvidas durante as aulas, sejam do ensino secundário ou do ensino superior; b) análise de informações: estratégias relacionadas à aplicação de quadros de perguntas, realização de entrevistas, questionários, narrativas e discussões em grupo; c) *role play* e/ debate simulado: são estratégias em que os estudantes interpretam papéis sociais ou em um debate realizam a defesa de um determinado posicionamento; d) *sites*: ferramenta da *web* para facilitar as discussões acerca das QSC em que os participantes são orientados a contra argumentar o posicionamento dos outros participantes em uma sequência discursiva.

Em relação às publicações nacionais, embora o quantitativo de trabalhos seja pequeno, se comparado às internacionais, observamos maior variedade de estratégias metodológicas, além

das sequências didáticas e das análises de informações. Além disso, identificamos também como estratégia metodológica o desenvolvimento de aulas práticas e a utilização de material didático.

Segue Quadro 4, em que estão explicitadas as publicações e as subcategorias à que pertencem conforme análise:

Quadro 4. Síntese das subcategorias elaboradas a partir da identificação das estratégias metodológicas nas publicações internacionais e nacionais

Internacionais	Nacionais
Sequência didática	
1.2; 1.4; 1.6; 1.8; 1.9; 1.13; 2.2; 2.4; 3.1; 4.2; 4.11; 4.16; 4.17; 4.18; 4.21; 4.25; 4.27; 4.28; 4.30; 5.9; 7.11; 7.12; 8.1	1.1; 2.4; 4.3
Análise de Informações	
1.1; 1.3; 1.7; 1.11; 1.12; 1.15; 1.16; 1.17; 1.18; 3.2; 4.1; 4.3; 4.5; 4.6; 4.8; 4.9; 4.12; 4.14; 4.19; 4.20; 4.22; 4.23; 4.24; 4.26; 4.31; 5.3; 5.4; 5.6; 5.10; 5.11; 5.12; 6.1; 7.2; 7.3; 7.4; 7.6; 7.7; 7.8; 7.9; 7.10; 8.2; 11.3	4.2; 4.4
Role Play – Debate	
1.5; 4.7; 4.13; 5.5	3.2
Elaboração de Planos de Ensino, Oficinas e Sites	
1.19; 4.13; 9.1	4.1; 3.5
Aulas Práticas	
---	1.2
Utilização de Material Didático	
---	2.3

Fonte: Elaboração da autora.

2.1.3 Pressupostos Teóricos

a) Linhas Teóricas

Objetivamos, nesse momento, identificar as configurações teóricas em que os autores têm se baseado para o desenvolvimento de suas pesquisas. Cabe explicitar que não temos a pretensão de apresentar os nomes dos referenciais teóricos utilizados em cada publicação, mas, a partir de nossa análise categorial, delinear as “linhas teóricas” que foram mencionadas pelos autores como base para o desenvolvimento de suas pesquisas. Nesse sentido, os

questionamentos orientadores são: Quais configurações teóricas podemos identificar nessas pesquisas? Os trabalhos explicitam a relação CTS-QSC?

Nas publicações nacionais, identificamos quatro linhas teóricas relacionadas à abordagem das QSC: 1) Enfoque CTS: publicações cujo referencial teórico predominante é o Enfoque CTS, o qual, por sua vez, está relacionado à: a) formação de professores (2.4; 4.2); b) ASC (1.2, 2.3); c) popularização da ciência por meio de museus (3.3); d) natureza da ciência (2.1; 4.2); e) abordagem pedagógica e currículo (4.3, 5.1), f) interações discursivas (1.1); g) temáticas ambientais (3.4) e h) controvérsias científicas (3.1, 3.2, 3.5). Os demais trabalhos não explicitam a relação QSC-CTS, e as linhas teóricas são: 2) desenvolvimento moral (2.2); 3) raciocínio informal (4.1) e 4) tecnociência e bioética (4.4).

Em relação às publicações internacionais, delineamos nove linhas teóricas. Cada uma delas expressa o tema do referencial teórico predominante nas publicações analisadas. O artigo codificado como (1.10) não foi analisado, pois se trata de um artigo do tipo “apresentação” do periódico. Os trabalhos e as referidas linhas teóricas estão explicitados no Quadro 5, a seguir:

Quadro 5. Síntese das subcategorias elaboradas a partir do delineamento dos pressupostos teóricos identificados nas publicações internacionais

Linhas Teóricas	Identificação dos trabalhos
1) Natureza da Ciência	1.2, 1.15, 4.5, 4.6, 4.27, 4.29, 4.30, 7.2
2) Argumentação	1.5, 1.6, 4.2, 4.8, 4.13, 4.14, 4.25, 4.28, 5.11, 6.1, 7.6, 7.11, 7.13, 9.2, 11.3
3) Tomada de decisão	4.1, 4.3, 4.7, 4.12, 4.15, 7.8, 7.9
4) Raciocínio (informal/argumentativo)	1.7, 4.9, 4.11, 4.19, 4.20, 5.2, 5.3, 7.4, 7.12, 8.1, 8.2, 9.1
5) Valores (Ética e Moral)	1.19, 4.17, 4.24, 4.31, 7.3
6) Aprendizagem (construtivismo)	1.4, 1.13, 4.18, 4.21, 10.1
7) Participação social/ Representações sociais	2.5, 3.4, 2.5, 3.4
8) Concepções, discursos, narrativas	4.16, 5.9, 1.18
9) Predominantemente QSC	1.1, 1.3, 1.8, 1.9, 1.11, 1.12, 1.14, 1.16, 1.17, 2.3, 3.1, 3.2, 4.22, 4.23, 4.26, 5.1, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.10, 5.12, 7.1, 7.7, 7.10, 11.1

Fonte: Elaboração da autora.

Também identificamos publicações que mencionaram o Enfoque CTS e sua relação com as QSC. Dos noventa e três artigos (93) internacionais, dezenove (19) explicitaram, em sua

introdução e/ou nos referenciais teóricos, alguma identificação com o Enfoque CTS. São eles: 1.2, 1.8, 1.11, 1.17, 1.19, 2.3, 4.6, 4.16, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.6, 5.7, 7.2, 7.5, 8.2, 10.1 e 11.2). Desses trabalhos, a publicação (7.5) de Zeidler *et al* (2005) apresenta uma análise sobre a relação CTS-QSC, e a publicação (11.2) de Forgiarini e Auler (2008) explicita toda sua base teórico-metodológica a partir dos pressupostos do Enfoque CTS.

b) Referenciais mais citados

Para identificação dos autores mais citados, utilizamos a técnica de expressões regulares a fim de identificar os padrões de referências de outros autores em cada artigo analisado. Esses artigos foram separados em categorias, sendo cada revista considerada uma categoria: onze (11) periódicos internacionais e seis (6) nacionais, totalizando dezessete (17) categorias²⁵.

A técnica de segmentação textual chamada “expressões regulares” é caracterizada por segmentar o texto em unidades menores, como cláusulas, orações, sentenças, parágrafos ou qualquer tipo de segmentação que seja de interesse. Em nosso caso, o interesse foram as “referências bibliográficas”. A expressão regular é um sistema de segmentação sentencial, baseado no uso de regras que ditam quando selecionar o texto. Essa técnica resulta em uma forma clara e flexível de identificar cadeias de caracteres de interesse previamente definidos, com o intuito de selecioná-los de forma mais ágil e precisa. A aplicação das expressões regulares se deu através do auxílio do *software* “R Cran”, um programa de análise estatística de distribuição livre.

Para cada categoria, foram realizadas análises descritivas em formato de tabelas e gráficos com o objetivo de organizar e sumarizar um conjunto de dados. Envolve o cálculo de estatísticas descritivas apropriadas para as variáveis em estudo, como frequência relativa. Portanto, foram elaborados gráficos e tabelas para nos auxiliar na compreensão e interpretação dos dados coletados. Sendo assim, após a criação do banco de dados de cada artigo, foi realizada uma análise descritiva dos autores mais citados, sendo evidenciadas: a) dos autores e coautores citados nas referências (isolado ou coautoria), ou b) algum autor que foi de fato o autor ou o coautor (isolado e de coautoria) de algum artigo citado nas bibliografias.

A categorização foi realizada a partir do agrupamento dos autores e/ou coautores que tiveram uma frequência observada menor ou igual a um (1) ou menor ou igual a cinco (5) na categoria outros. Outras categorizações foram utilizadas, sendo que, no critério de decisão para o agrupamento, a decisão foi tomada de acordo com a frequência observada de cada caso.

²⁵ Tabelas e Gráficos referentes a cada periódico estão apresentadas no Apêndice F.

Os resultados dos testes foram gerados com auxílio do *software* “R Cran”. Alguns dos recursos visuais apresentados, como tabelas, foram elaborados no Microsoft Office Excel 2007 (Cf. Apêndice F). Vejamos, no Quadro 6, quais os autores mais citados em cada periódico (categoria):

Quadro 6. Síntese dos referenciais teóricos mais citados nos periódicos internacionais e nacionais

Periódicos	Identificação dos autores mais citados
Internacionais	
1. Research in Science Education	Zeidler, D. L.; Sadler, T. D.; Osborne, J.
2. Cultural Studies of Science Education	Sadler, T. D.
3. Science & Education	Sadler, T. D.
4. International Journal of Science Education	Osborne, J.; Zeidler, D. L.; Sadler, T. D.
5. Journal of Research in Science Teaching	Zeidler, D. L.; Sadler, T. D.; Osborne, J.
6. Research in Science & Technological Education	Layrargues, P. P.; Fairclough, N.
7. Science Education	Zeidler, D. L.; Sadler, T. D.
8. Journal of Science Education and Technology	Sadler, T. D.
9. Science Education International	Eilks, L.
10. Studies in Science Education	Lave, J,
11. Enseñanza de las Ciencias	Zeidler, D. L.; Lederman, N.
Nacionais	
1. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	Manassero, M. A; Acevedo, J.A.; Auler, D.; Mortimer, E. F.; Cerezo, J.A.
2. Investigações em Ensino de Ciências	Solomon, J.; Mortimer, E. F.; Mellado, V.
3. Ciência & Ensino – on-line	Reis, P. R
4. Ciência & Educação	Aikenhead, G.; Reis, P.; Galvão, C.
5. Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	Thomas, J.
6. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	R. Roberts, Gott, R.

Fonte: Elaboração da autora.

Após a elaboração de todas as tabelas e de todos os gráficos mediante a análise de cada categoria de autoria ou coautoria (isolados e coautores), identificamos que os autores mais citados nas publicações internacionais são: “Troy D. Sadler e Dana L. Zeidler”. Nas categorias dos artigos nacionais, os autores mais citados são “Eduardo Fleury Mortimer e Pedro Guilherme Rocha dos Reis”.

2.1.4 Principais Inferências Teóricas

Compreendemos que analisar os artigos de natureza teórica nos direciona a identificação dos princípios defendidos pelos autores para o desenvolvimento das ações voltadas para a abordagem das QSC no Ensino de Ciências. Além disso, trabalhos dessa natureza constituem-se em base teórica, histórica e reflexiva para ações investigativas diversas. Nesse sentido, as inferências dos artigos de natureza teórica serão apresentadas no Quadro 7, para posteriormente explicitarmos o que esses artigos apontam para a abordagem das QSC.

No cenário internacional, identificamos quinze (15) trabalhos de natureza teórica, sendo: um proveniente da Austrália (1.14), um da França (2.1), um da China (4.29), um da Noruega (7.1); um do Brasil (2.2), quatro da Inglaterra (2.5; 3.3; 4.4; 4.10) e seis oriundos de pesquisas realizadas nos Estados Unidos da América (2.3; 4.15; 5.2; 5.7; 7.5; 10.1). No Brasil, identificamos quatro artigos de natureza teórica nos seguintes periódicos: Investigações em Ensino de Ciências (2.2), Ciência & Ensino (3.1; 3.4) e Alexandria (5.1).

a) Inferências teóricas conceituais

Na análise inicial dos artigos teóricos mencionados no Quadro 7, identificamos as principais inferências dos autores relativas à compreensão teórico-conceitual das QSC no Ensino de Ciências (estão sublinhadas na coluna “inferências teóricas”). Objetivamos, por meio dessa análise, evidenciar elementos conceituais que estão imbricados nas discussões/abordagens relativas às QSC, pois entendemos que esses elementos sejam a base que consubstancia a natureza das QSC. No quadro 7, são explicitadas as principais inferências desses artigos.

Quadro 7. Síntese das inferências dos princípios conceituais das QSC encontrados nos artigos internacionais e nacionais de natureza teórica

Cód.*	Inferências Teóricas
	Internacionais
1.14	<ul style="list-style-type: none"> •Considera as QSC relacionadas com o meio ambiente (ecologia) e a educação para a sustentabilidade; •A relação do conhecimento científico e conhecimento popular na abordagem das QSC a partir de problemas específicos da comunidade.

2.1	<ul style="list-style-type: none"> •O raciocínio sobre as SAQ (<i>socially acute questions</i>) está profundamente relacionado às representações sociais e de identidade cultural; •Quanto maior a relação das SAQ com a identidade territorial e cultural, menos se identifica o raciocínio sociocientífico; •Importância de se identificar os valores.
2.3	<ul style="list-style-type: none"> •Considera distinções entre as abordagens rotuladas CTS, QSC e SAQ (Simonneaux e Simonneaux); •Evidencia que a utilização do raciocínio informal enquanto ferramenta analítica (Simonneaux e Simonneaux) em discussões sociocientíficas podem variar em contexto individual e coletivo.
2.5	<ul style="list-style-type: none"> •Duas questões principais suscitadas a partir do artigo de Albe e Gombert (2011): a) questões políticas e filosóficas em torno da discussão sobre aquecimento global como uma QSC; e (b) os desafios das escolas em relação a abordagem das QSC; •Afirma que a discussão sobre aquecimento global envolve saúde e meio ambiente. Além disso, considera necessário discussões sobre políticas neoliberais e agendas consumistas. Trata-se de um problema ontológico.
3.3	<ul style="list-style-type: none"> •Propõe a utilização de narrativas pessoais sobre QSC porque transmitem experiências de partidos em desacordo, geram oportunidades para outras narrativas, refletem a política pública e fornecem evidência científica informal subjacente a reivindicações; •O contexto social em que as narrativas pessoais são contadas influencia em termos de criação de novos conhecimentos ou fornecendo os tipos de provas e histórias que confirmem ou refutem de maneira generalizada as afirmações científicas; •Abordagem interdisciplinar (ciências naturais e ciências humanas e sociais).
4.4	<ul style="list-style-type: none"> •Tendo como referenciais Clarke (1992), McBee (1996), Werner (1998) e Thornton (2000), os autores apresentam fatores desafiadores para a abordagem de uma QSC: a complexidade da questão; a falta de familiaridade e conhecimento sobre o tema por parte do professor; preocupação de que a complexidade do tema fará com que seja muito demorado para tratar de forma abrangente; a pressão para ensinar outros aspectos mais “relevantes” do currículo; e o medo de que o professor será acusado de parcialidade.
4.10	<ul style="list-style-type: none"> •Desenvolve uma base conceitual para um modelo sobre o ensino da controvérsia sociocientífica, defendendo que, para se trabalhar com temas polêmicos, é preciso ter embasamento teórico; •Apresenta categorias de desacordo que incorporam valores morais e sociais: virtudes comunicativas ao conduzir uma discussão com visões conflitantes; paciência; tolerância; respeito às diferenças; escuta atenta e ponderada; liberdade de expressão; igualdade; modos de pensamento; modos de narrativa; modo lógico-científico baseado em evidências científicas. •Baseando-se no modelo de Quine – um “tecido” de conhecimentos e crenças conectados, o sistema de categorias pode ser útil para negociar pontos de concordância, podendo se constituir como ponto de partida para uma compreensão mais aprofundada.
4.15	<ul style="list-style-type: none"> •Os resultados da investigação sobre a tomada de decisões com foco no valor afirmam que os alunos podem considerar seus valores sobre a questão sociocientífica e avaliar diferentes alternativas. Os autores acreditam que essa incorporação é necessária para uma argumentação de qualidade em QSC.
4.29	<ul style="list-style-type: none"> •Explora como vários aspectos do raciocínio interagem na tomada de decisão sobre uma QSC em contextos de saúde através de estudos de caso de questões recentes nesse domínio. Os estudos de caso revelam a negociação de múltiplas influências na abordagem das QSC em contextos de saúde e as potenciais interações entre processos psicológicos de indivíduos, ciência e perspectivas socioculturais. Incluem a cultura de pares, os valores sociais, morais e a ética, a autoidentidade, autoimagem, os pensamentos ilógicos, a identidade e os estereótipos culturais e até mesmo político-econômico.
5.2	<ul style="list-style-type: none"> •Raciocínio informal sobre QSC: os resultados indicam: (a) argumentação de QSC; (b) as relações entre natureza da ciência e conceituações de QSC na tomada de decisão; (c) a avaliação das informações relativas a QSC, incluindo ideias dos alunos sobre o que conta como prova; e (d) a influência da compreensão conceitual de um indivíduo em seu raciocínio informal.
5.7	<ul style="list-style-type: none"> •Explora o Programa de Avaliação Internacional de Estudantes (PISA) no que compete às QSC. Considera que a definição do PISA sobre literacia científica e como ela está situada em relação às QSC sobre os objetivos da educação científica estão aparentemente bem alinhadas ao considerar objetivos gerais da Educação Científica.

7.1	<ul style="list-style-type: none"> •Propõe um quadro geral para analisar a dimensão científica de questões sociocientíficas controversas, constituído de oito tópicos; •Sublinhou a importância de opiniões pessoais sobre QSC e a colaboração com professores de outras disciplinas; •É essencial ter conhecimento de alunos e professores sobre a natureza da ciência e sua relação social.
7.5	<ul style="list-style-type: none"> •Explicita que a abordagem das QSC representa uma reconstrução e evolução do modelo CTS que fornece um meio de não só tratar implicações da ciência e da tecnologia na sociedade, mas também para abordar filosofias pessoais dos estudantes e sistemas de crença; •Afirma que a introdução de caso baseado em QSC representa uma estratégia pedagógica, abordando não apenas o sociológico, mas também ramificações psicológicas de discurso em sala de aula.
10.1	<ul style="list-style-type: none"> •Apresenta a aprendizagem situada como um quadro teórico para conceituar novas formas de abordar a educação científica por meio das QSC: interesse e motivação; conhecimento do conteúdo; natureza da ciência.
Nacionais	
2.2	<ul style="list-style-type: none"> •Afirma a ausência de discussões sobre ética e desenvolvimento moral; •Evidencia-se que o papel do professor deve ampliar-se para além dos aspectos cognitivos, dirigindo-se a metodologias ou estratégias que requerem conhecimentos mais específicos e formais sobre a ética e a moral; Para tanto, considera relevante que temas polêmicos e metodologias sejam implementados nos cursos de formação inicial de professores de Ciências.
3.1	<ul style="list-style-type: none"> •Contribuições de trabalhos em Ensino de Ciências que abordam controvérsias sociocientíficas: construção de sentidos mais ampla e próxima de uma realidade histórica sobre as práticas científico-tecnológicas; visão dos conhecimentos científicos como não estáticos, passíveis de debate e mudança; envolver o discurso político, econômico; ajudar os estudantes a construir seus próprios discursos sobre as questões científico-tecnológicas; foco interdisciplinar; •Os autores consideram fatores limitantes das tentativas de inserção das controvérsias em sala de aula: a necessidade de estudos aprofundados dos temas controversos para seu debate; a reflexão epistemológica coerente sobre ciência e tecnologia; escolha de modos de trabalhos que estejam de acordo com os objetivos a que se destina a discussão de questões controversas em sala de aula.
3.2	<ul style="list-style-type: none"> •Apresenta o debate simulado como ferramenta metodológica para abordagem de uma QSC (aquecimento global) e pode ser utilizada nas diferentes disciplinas do currículo, e não necessariamente apenas na área de ciências; destaca que esse tipo de atividade não exige conhecimentos muito específicos sobre o assunto em questão. Porém, requer capacidade de interpretação das informações disponíveis e pode servir de ponto de partida e agente motivador para a abordagem de determinados conteúdos do currículo.
3.4	<ul style="list-style-type: none"> •Consideram os temas controversos enquanto princípio metodológico para as práticas de Ensino de Física, com a intenção de construir espaços em salas de aula para que o professor possa trabalhar com as incertezas, complexidades e a análise de riscos sociais e ambientais associados com as aplicações da Ciência; Como desafio: a possibilidade de abordar questões subjetivas, valorativas e políticas nas atividades de ensino na educação básica.
5.1	<ul style="list-style-type: none"> •Apresenta seis indicadores para ilustrar as características dos modelos: a natureza da hierarquia de relações entre cientistas, professores e estudantes; a fonte do conhecimento; epistemologia; distribuição do conhecimento entre participantes; natureza da pedagogia e avaliação. •Os modelos se diferem com relação às suas visões a respeito da autoridade do papel da ciência na sociedade. Cada modelo tem um propósito pedagógico dentro de um contexto social específico.

* O código está em conformidade com o número que representa o referido artigo nos apêndices “B” e “C”

Fonte: Elaboração da autora.

Como observado, identificamos os seguintes elementos: relação de diferentes saberes; contextualização; valores – ética e moral; política; filosófica, ontológica; natureza da ciência; interdisciplinaridade; cultural; sociocultural; complexidade da temática; conhecimento específico; psicológica-emocional-subjetiva; econômica; sociológica; epistemológica;

histórica. Esses elementos nos direcionam a uma compreensão voltada para a natureza das QSC, o que será melhor discutido no capítulo quatro deste trabalho.

b) Inferências teórico-pedagógicas e investigativas

Identificar a natureza das QSC, como explicitado anteriormente, torna possível vislumbrar a relação da compreensão conceitual com as estratégias de intervenção. Em outras palavras, aponta caminhos para abordagem das QSC. Nesse sentido, para caracterizarmos os pontos teóricos e/ou metodológicos sobre as QSC, elaboramos duas categorias relacionadas ao *tipo de inferência*: 1) inferências de cunho predominantemente pedagógico, consideradas aquelas que apontam elementos que indicam princípios para a abordagem das QSC na prática pedagógica dos professores; 2) inferências de cunho predominantemente investigativo, consideradas aquelas que indicam elementos a serem trabalhados nas investigações sobre as QSC. Cabe ressaltar que alguns artigos apresentaram inferências descritas nas duas categorias, e elas estão apresentadas nos Quadros 8 e 9, a seguir:

Quadro 8. Categorias relacionadas aos tipos de inferência de cunho predominantemente pedagógico

Internacionais	
Cód.*	Inferências
1.14	<ul style="list-style-type: none"> ●Relacionar o conhecimento científico com o conhecimento popular na abordagem das QSC; ●Inserir no currículo QSC inferências advindas de problemas específicos da comunidade; Incluir discussões de cunho filosófico ao discutir as QSC*
2.1	<ul style="list-style-type: none"> ●Utilizar metodologias variadas para a abordagem das QSC
2.5	<ul style="list-style-type: none"> ●Investir em propostas investigativas junto aos alunos para compreensão das QSC
3.3	<ul style="list-style-type: none"> ●Trabalhar com narrativas individuais contribuem para reflexões sobre políticas públicas, além de expressarem as evidências científicas informais; ●Planejar atividades sobre QSC envolvendo professores de ciências naturais e ciências humanas e sociais em uma perspectiva interdisciplinar; Na abordagem das QSC, envolver a natureza da ciência, as questões culturais e os estudos de caso, sendo o discurso do professor balizador dessas questões
4.4	<ul style="list-style-type: none"> ●O professor deve ter familiaridade e conhecimento sobre o tema abordado via QSC
4.15	<ul style="list-style-type: none"> ●Elaborar esquemas sobre a natureza da ciência, a avaliação das evidências, valores baseados no raciocínio, influenciam a argumentação sociocientífica. ●Seguir uma metodologia composta por cinco etapas: auxílio dos estudantes na tomada de decisão ponderada; explicitar soluções alternativas para as problemáticas; trabalhar com conceitos científicos específicos; avaliar as vantagens e desvantagens de cada alternativa; em grupos, analisar pontos de acordo e desacordo para a tomada de decisão.

7.1	•Alunos e professores devem ter conhecimento sobre a ciência como uma empresa social e da ciência em contextos sociais, a fim de serem capazes de tomar preconceitos e atitudes como pontos de partida.
7.5	• Modelo conceitual que identifica quatro áreas de importância pedagógica centrais para a abordagem das QSC: (1) a natureza da ciência; (2) questões discursivas em sala de aula; (3) questões culturais; e (4) questões baseadas em estudo de caso.
10.1	•Apresenta um quadro teórico para desenvolver práticas em sala de aula com base na cidadania engajada em relação à negociação de QSC. Utilizaram como categorias promotoras dessa ação: interesse e motivação, conhecimento do conteúdo, natureza da ciência.
Nacionais	
2.2	•Admite-se que as representações de mundo dos professores são influenciadas por critérios e meio social, sendo, portanto, veiculado algum grau de ideologia, sendo indispensável uma reflexão desse tipo. O papel do professor deve ampliar-se para além dos aspectos cognitivos, dirigindo-se a metodologias ou estratégias que requerem conhecimentos sobre a ética e a moral.
3.1	•Necessidade de estudos aprofundados dos temas controversos para seu debate, evitando simplificações de questões complexas; reflexão epistemológica coerente sobre ciência e tecnologia, admitindo a impossibilidade de obtenção de respostas para todas as questões a partir, unicamente, de conhecimentos tecnocientíficos.
3.4	•Abordar questões subjetivas, valorativas e políticas em atividades de ensino. O desafio dos professores é, portanto, construir um tipo de diálogo que busque a relação das subjetividades, dos valores e posicionamentos políticos e econômicos.

*Código está em conformidade com o número que representa o referido artigo nos apêndices “B” e “C”.

Fonte: Elaboração da autora.

A partir da identificação dos elementos centrais das inferências ditas de cunho predominantemente pedagógico e investigativo, sintetizamos os direcionamentos apontados pelos autores, que nos indicarão elementos para discussão teórico-estratégica sobre as QSC. Desse modo, em síntese, as inferências de cunho predominantemente pedagógico apontam que o professor precisa conhecer conceitualmente o tema que irá discutir; compreender a natureza da ciência; trabalhar com metodologias diversificadas, como propostas investigativas junto aos alunos; envolver a relação dos conhecimentos científico e popular; dominar a metodologia de abordagem e avaliação proposta para a abordagem das QSC e desenvolver a argumentação dos alunos.

Quadro 9. Categorias relacionadas aos tipos de inferência de cunho predominantemente investigativo

Internacionais	
Cód.*	Inferências
1.14	•As QSC envolvem a compreensão dos aspectos sociais, econômicos e ambientais; Trabalhar QSC locais contribuem para a ressignificação da cultura local.

2.1	<ul style="list-style-type: none"> •O raciocínio sobre QSC está relacionado às representações sociais e à identidade cultural; Quanto maior a identidade territorial e cultural de uma QSC, menos se identifica o raciocínio científico. É importante identificar os valores.
2.3	<ul style="list-style-type: none"> •Fundamentar as distinções entre as abordagens rotuladas CTS, QSC e SAQ (limitações de linguagem); O raciocínio informal em discussões sociocientíficas pode variar em contexto individual e coletivo; É importante considerar a diferença entre argumentos e padrões de raciocínio; ênfase demasiada em QSC locais pode dificultar as transposições para além do contexto particular.
2.5	<ul style="list-style-type: none"> •As QSC de cunho ambiental – aquecimento global – demandam discussões sobre intervenções políticas. O aquecimento global é uma questão ontológica (como me percebo diante do aquecimento global?)
3.3	<ul style="list-style-type: none"> •O contexto social no qual se baseiam as narrativas pessoais influencia a criação de novos conhecimentos ou fornece os tipos de provas e histórias que confirmem ou refutem as afirmações (de refutação ou confirmação) científicas dos estudantes.
4.4	<ul style="list-style-type: none"> •As QSC são complexas e demandam um tratamento mais aprofundado. Isso gera uma pressão nos professores em função do tempo que deveriam ter para ensinar outros conteúdos “mais relevantes”
4.10	<ul style="list-style-type: none"> •Nas discussões sobre QSC, deve-se considerar que os conhecimentos e as crenças estão conectados (como um “tecido”); Indica a utilização de categorias (orientadas por questionamentos) de desacordo para negociar possíveis pontos de concordância, propiciam reflexões acerca de valores diferentes, podendo se constituir como ponto de partida para uma compreensão mais aprofundada
4.15	<ul style="list-style-type: none"> • Propõe que as pesquisas sobre a argumentação em QSC devem considerar os valores dos estudantes sobre um problema sociocientífico e avaliar diferentes alternativas
4.29	<ul style="list-style-type: none"> •Um modelo experimental prevê o processo de raciocínio que o indivíduo utiliza na tomada de decisões e os fatores contextuais, tanto externa como internamente. Nota-se que há diferentes níveis de influência nos indivíduos em função dos saberes e mediadores psicológicos, tais como emoções, otimismo, vulnerabilidade.
5.2	<ul style="list-style-type: none"> •Aponta elementos importantes para as pesquisas com/sobre QSC relacionadas ao raciocínio informal: (a) argumentação; (b) as relações entre natureza da ciência, conceituações sociocientíficas e tomada de decisão; (c) a avaliação das informações; e (d) a influência do entendimento conceitual de um indivíduo em seu raciocínio informal
5.7	<ul style="list-style-type: none"> •Discussões críticas sobre a forma de avaliação do PISA, por meio de testes padronizados de desempenho dos alunos em Ciências. Essas avaliações são limitadas e não abarcam os objetivos das pesquisas em QSC, os quais estão interessados em identificar as relações complexas entre raciocínio e reflexões sobre a ciência, por exemplo.
7.1	<ul style="list-style-type: none"> •É necessária uma investigação centrada no conhecimento e nos pontos de vista dos alunos sobre ciência em contextos sociais.
7.5	<ul style="list-style-type: none"> •Identificam fatores associados ao raciocínio sobre QSC e fornecem um modelo de trabalho que ilustra teoricamente os elos conceituais entre chave psicológica e sociológica e fatores de desenvolvimento centrais das QSC e da Educação Científica.
Nacionais	
3.1	<ul style="list-style-type: none"> •A partir da revisão, consideram que seja necessário favorecer uma construção de sentidos mais ampla e próxima de uma realidade histórica sobre as práticas científico-tecnológicas, consolidando também uma visão mais abrangente do trabalho dos <i>experts</i>. Trabalhar conhecimentos científicos como não estáticos, passíveis de debate e mudança. Ajudar os estudantes a construir seus próprios discursos sobre as questões científico-tecnológicas

3.2	<ul style="list-style-type: none"> •Algumas abordagens acabam tomando a discussão das controvérsias como um instrumento para a aprendizagem exclusiva de conhecimentos científicos. Dessa forma, a abordagem das controvérsias tende a se transformar em apenas mais um recurso didático para convencer os alunos que realmente tenham mais validade que os demais, ou seria o único a se considerar na tomada de decisões
5.1	<ul style="list-style-type: none"> •Apresenta o “modelo de déficit” no qual especifica uma lacuna relacionada ao conhecimento que precisa ser preenchida. Essa lacuna se dá entre os que conhecem e entendem a ciência substantiva, ou seja, os especialistas que estão cientificamente alfabetizados, e aqueles que não sabem. Nesse sentido, apresenta a necessidade de um modelo de interface CTS a partir das discussões de QSC.

*Código está em conformidade com o número que representa o referido artigo nos apêndices “B” e “C”.

Fonte: Elaboração da autora.

No que compete às inferências de cunho predominantemente investigativo, os autores apontam para a necessidade de se trabalhar a natureza da ciência, a fim de que estudantes e professores tenham a dimensão da produção científica e das inter-relações CTS. Explicitam sobre propostas avaliativas que demandam estar em consonância com os objetivos relacionados à abordagem das QSC.

Sobre a argumentação, apontam grande potencial formativo por meio das discussões das QSC, no entanto consideram que investigações dessa natureza devem evidenciar as representações sociais, crenças, os valores e as questões psicológicas e ontológicas. Além disso, expressam que as QSC são complexas por natureza e exigem que se faça um estudo aprofundado, de modo a considerar os aspectos sociocientíficos e suas relações.

2.2 Dissertações e Teses

Para identificação das dissertações e teses sobre controvérsias sociocientíficas, utilizamos as mesmas expressões e realizamos o mesmo procedimento de triagem em relação aos artigos. Nesse sentido, ao visitar o Banco de Teses da Capes, identificamos apenas duas teses (MENDES, 2012; PENHA, 2012). Diante desse resultado, realizamos buscas em bibliotecas digitais²⁶ e também procuramos por aquelas que já conhecíamos. No Quadro 10, estão descritos os títulos, autores, o ano de defesa e a Instituição de Ensino Superior (IES) à qual os autores estavam vinculados:

²⁶ A pesquisa focou em visitar as bibliotecas digitais de universidades brasileiras que possuem Programas de Pós-Graduação em Educação e/ Educação em Ciências ou para a Ciência e o Ensino de Ciências e Matemática. Ressaltamos que nem todos os Programas de Pós-Graduação possuem acesso aos trabalhos, o que, de certa forma, pode ter comprometido a pesquisa e levado a desconsiderar algum trabalho da área sobre controvérsias sociocientíficas.

Quadro 10. Dissertações e Teses sobre controvérsias sociocientíficas no Brasil (2000-2013)

Título	Autor(a)	Ano	IES
Dissertações			
D1. A abordagem de temas polêmicos no currículo da EJA: o caso do “Florestamento” no RS	Márcia Soares Forgiarini	2007	UFSM
D2. Temas sociocientíficos: análise de processos argumentativos no contexto escolar.	Adriana Bortoletto	2009	UNESP-Bauru
D3. Argumentos, conhecimentos e valores em respostas a questões sociocientíficas – um caso no Ensino Fundamental.	Érica Cavalcanti de Albuquerque Dell Asem	2010	USP-FE
D4. O conhecimento mobilizado por estudantes do Ensino Médio na formulação de argumentos sobre temas científicos e sociocientíficos.	Rafael Gonçalves Pereira	2010	USP-FE
D5. Aspectos formativos da experiência com questões sociocientíficas no Ensino de Ciências sob uma perspectiva crítica.	Nataly Carvalho Lopes	2010	UNESP-Bauru
D6. Padrões morais, valores e conceitos empregados por alunos de Ensino Fundamental em discussões sociocientíficas.	Bruno Cine Ribeiro do Carmo	2010	USP-FE
D7. O tratamento de questões sociocientíficas em um grupo de professores e a natureza do processo formativo fundamentado em uma perspectiva crítica.	Paulo Gabriel Franco Santos	2013	UNESP-Bauru
Teses			
T1. Aspectos sociocientíficos em aulas de Química	Wildson Luiz Pereira dos Santos	2002	UFMG
T2. Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sociocientíficas no Ensino Superior de Química.	Luciana Passos Sá	2010	UFSCar
T3. A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de Ciências: contribuições e dificuldades.	Leonardo Fábio Martínez Pérez	2010	UNESP-Bauru
T4. Temas sociocientíficos em aulas práticas de Química na educação profissional: uma abordagem CTS	Mírian Stassun dos Santos	2011	UNICSUL
T5. Raciocínio informal e a discussão de questões sociocientíficas: o exemplo das células-tronco humanas	Márcio Andrei Guimarães	2011	UNESP-Bauru
T6. A argumentação em discussões sociocientíficas: o contexto e o discurso	Mírian Rejane Magalhães Mendes	2012	UnB-FE
T7. Atividades sociocientíficas em sala de aula de Física: as argumentações dos estudantes	Sidnei Percia da Penha	2012	USP-FE

T8. A constituição de associações livres e o trabalho com as questões sociocientíficas na formação de professores	Nataly Carvalho Lopes	2013	UNESP-Bauru
---	-----------------------	------	-------------

Fonte: Elaboração da autora.

A seguir, apresentamos sucintas descrições acerca das sete dissertações (aqui codificadas como D1, D2, D3... e D7) e oito teses (T1, T2, T3... e T8) identificadas para a nossa pesquisa. Objetivamos, neste momento, evidenciar nesses trabalhos elementos que possam explicitar o caminho das pesquisas desenvolvidas pelos autores. Assim, foram evidenciados o que chamamos de *Elementos relacionados á abordagem das controvérsias sociocientíficas*. São eles: 1) Objetivos: identificar o foco das pesquisas; 2) Temas: identificar os temas abordados; 3) Estratégias de ação: averiguar que estratégias são utilizadas; 4) Relações Teóricas: identificar que pressupostos teóricos são utilizados em conjunto às controvérsias sociocientíficas e 5) Grau de utilização: identificar em que medida são utilizadas as controvérsias sociocientíficas nas investigações (Prioritário – como foco dos questionamentos investigativos, sendo a pesquisa voltada para a prática de abordagem das controvérsias; Mediador-metodológico – como componente metodológico utilizado para compreensão de outro aspecto, mesmo que relacionado às controvérsias, sendo a pesquisa voltada para análise de outro(s) aspecto(s).

A D1, de autoria de Forgiarini (2007), é resultante de um estudo de caso com relação à repercussão do tema “Florestamento” no Rio Grande do Sul e no currículo da EJA. Nesse sentido, a autora objetivou investigar e identificar possibilidades e desafios acerca da implementação de um currículo em quatro escolas situadas em municípios com intensas plantações de monoculturas (em estágio de implementação) frente ao desenvolvimento de um projeto do referido Estado. Ressalta-se que o termo “tema polêmico”, relacionado às discussões sobre o projeto de “Florestamento”, foi adotado em função da existência de conflitos e contradições políticas, econômicas, sociais e ambientais diante dessa questão (FORGIARINI, 2007).

Para o desenvolvimento da pesquisa, Forgiarini (2007) utilizou registros escritos (diário de campo da pesquisadora), aplicação de questionário e entrevista semiestruturada aos professores participantes. Foi ofertado um curso de formação para os professores da Educação de Jovens e Adultos (EJA), com a finalidade de contextualizar os conflitos relacionados ao tema “Florestamento”. Segundo a autora, os referenciais teóricos assumidos para a pesquisa foram: os pressupostos educacionais de Paulo Freire, referenciais do movimento CTS, e também os de Pedro Reis sobre temas controversos.

Forgiarini (2007) destaca que, para a superação da separação entre o “mundo da vida” e o “mundo da escola”, é necessário se pensar currículos interdisciplinares que vinculem os problemas do entorno, considerando sua dimensão complexa. Para tanto, a autora sinaliza que se deve investir na formação de professores, tendo esses elementos como perspectivas formativas.

Na D2, de autoria de Bortoletto (2009), utiliza-se o termo “Temas Sociocientíficos”, e as discussões do tema estão relacionadas à compreensão das inter-relações da CTSA. De acordo com a autora, objetivou-se explorar e analisar o engajamento discursivo, assim como as concepções de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, de alunos de um curso técnico durante os processos argumentativos em sala de aula. Para tanto, realizou-se um minicurso sobre “Eficiência Energética”, no qual se utilizou vídeos, textos da área e situações-problema, que possibilitaram trabalhar as dimensões científica, econômica, social, política, tecnológica e ambiental.

Foram analisadas as interações dos participantes, os pontos de vista que eles defendiam individualmente e as justificativas. A partir da análise realizada com base no “Modelo de Discussão da Pragmadialética”, a autora considera que os alunos reconhecem o impacto que artefatos tecnológicos provocam; em muitos casos perdas relacionadas às tradições culturais, criatividade, além do banimento das interações sociais e supressão da felicidade. A autora também afirma que os alunos reconhecem a necessidade de se fazer escolhas frente aos impactos provocados pela ciência e tecnologia.

Na D3, de autoria de Dell Asem (2010), objetivou-se analisar em que medida alunos do Ensino Fundamental apropriam-se dos conceitos científicos na construção de seus discursos argumentativos e também evidenciar se eles utilizam padrões morais e valores por envolver discussões sobre o desmatamento de uma área para a construção de um condomínio.

Nesse trabalho, de acordo com Dell Asem (2010), “foi analisada uma QSC com enfoque CTSA, sendo caracterizada como socioambiental” (p. 110). Para abordar os conceitos e a QSC, utilizou-se o filme infanto-juvenil “Os sem-floresta”. Dell Asem (2010) explicita que a escolha do filme se deu em função da linguagem dinâmica condizente com a faixa etária da turma na qual trabalhou e também por possibilitar discussões ambientais, políticas, econômicas, sociais, éticas e culturais que contemplam os currículos com ênfase CTSA.

Dell Asem (2010) analisou a produção textual (cartas às autoridades políticas) de grupos de alunos sobre a questão do desmatamento (tema advindo das discussões suscitadas pelo filme utilizado), sendo que os discentes foram orientados a descrever pontos positivos e negativos acerca da construção do condomínio.

Para identificar os conceitos trabalhados a partir no filme, utilizou-se o padrão de argumento de Toulmin (2006). Os valores identificados estavam relacionados: ao respeito ao meio ambiente; à vida; ao coletivo; à cultura; à moradia e aos recursos financeiros. Os padrões morais foram categorizados de acordo com Sadler e Zeidler (2004), no qual, segundo a autora, predominou o “Raciocínio Moral Consequencialista”.

A D4, de autoria de Pereira (2010), é resultante da análise dos argumentos gerados por alunos do Ensino Médio para mais especificamente identificar quais conhecimentos eram mobilizados na construção das falas e na relação com o conhecimento científico. Foram analisadas duas sequências didáticas, sendo uma voltada para a discussão de um problema científico (no caso o DNA) e a outra voltada para a discussão de um problema sociocientífico (Lei de Biossegurança nº 11105/05), na qual se utilizou a estratégia de divisão em grupos: os que eram favoráveis ao que se propunha a Lei e os que eram contrários. Além desses, havia também um grupo denominado de “jurados”, que, ao votarem, favoráveis ou não, deveriam justificar seus posicionamentos.

Para caracterização dos argumentos, utilizou-se o modelo de Toulmin (2006), e, para identificar os conhecimentos mobilizados a partir do confronto de dados, dos conhecimentos produzidos e da elaboração de explicações dos alunos, buscou-se referência na análise das “operações epistêmicas” (JIMENEZ-ALEIXANDRE, 2000).

Pereira (2010) considerou que, ao analisar as falas dos alunos sobre o problema científico, os mesmos tendem a utilizar o conhecimento científico, por outro lado, quando a discussão é sociocientífica, tendem a resgatar parcialmente o conhecimento científico, mas também considerando outros campos.

A pesquisa realizada por Lopes (2010), codificada neste trabalho como D5, objetivou mapear e analisar os aspectos da formação científica de alunos do Ensino Médio, tendo como base teórica as proposições de Theodor Adorno para interpretar e discutir sob o ponto de vista da *semiformação*.

Como estratégia didática, desenvolveu-se um minicurso, realizado em 5 encontros, com base na temática “Energia e Desenvolvimento Humano” em uma perspectiva CTSA. A investigação procedeu com a elucidação de dados advindos de entrevistas semiestruturadas com os alunos e a professora (pesquisadora-autora deste trabalho) e analisados de acordo com a análise de discurso de Pêcheux. Como resultado, a autora aponta para a necessidade de se trabalhar temas polêmicos envolvendo CTS, por representarem um ponto de partida para o Ensino de Ciências em prol da formação cultural dos estudantes, com vista à participação e influência social críticas nas decisões que envolvam ciência e tecnologia.

Na D6, de autoria de Carmo (2010), a investigação foi desenvolvida a partir do tema “aborto”. Foram analisados trechos provenientes da interação de adolescentes quando discutiam em grupo a referida questão. O professor (autor deste trabalho) desenvolveu uma sequência didática por meio da exibição de partes de um filme para contextualizar o tema; em seguida, organizou a turma em pequenos grupos para, então, proceder com as discussões acerca das questões que ela havia elaborado.

As análises foram desenvolvidas nos moldes do padrão de Toulmin (2003), que propiciou identificar os valores empregados pelos alunos nas respostas às questões propostas. O autor considera a necessidade de inclusão de QSC no Ensino de Ciências, pois aspectos afetivos e morais influenciam o raciocínio informal e, portanto, o desenvolvimento do caráter dos indivíduos.

A D7 é resultante de uma investigação de autoria de Santos (2013), com três professores da escola básica, sendo um deles o pesquisador e autor do referido trabalho. Os dados analisados foram constituídos por meio de gravação de reuniões, textos escritos pelos participantes e pelas notas de reunião. O foco do trabalho foi a análise da natureza do processo de construção de um grupo e os percalços provenientes da estrutura sistêmica na qual os sujeitos estão inseridos; a discussão de aspectos da ciência e da tecnologia, valorizando a problematização de aspectos da Natureza da Ciência e da Tecnologia.

Desse modo, a partir das discussões acerca dos aspectos da ciência e tecnologia, Santos (2013) traçou um caminho para a construção de um cenário para o tratamento de Questões Sociocientíficas na escola pública. Assim, o último foco da pesquisa foi a sistematização dos conhecimentos construídos na coletividade. Foram realizadas análises nos moldes da Análise de Conteúdo. As informações apontam para a um processo constituído por três etapas: A negociação, os esclarecimentos e os sujeitos falando do seu mundo; O desenvolvimento e a constituição das Questões Sociocientíficas e O desfecho, que inclui uma experiência com algumas alunas, da qual houve participação ativa dos membros do grupo. O autor defende que o tratamento de QSC em uma perspectiva crítica demanda tempo, continuidade e cuidado constante com o processo.

Quadro 11. Síntese da descrição-analítica das Dissertações

Elementos relacionados à abordagem das controvérsias	Descrição-analítica
1) Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação das controvérsias sociocientíficas no currículo da Educação Básica (D1 e D7); • Exploração das controvérsias sociocientíficas enquanto propulsoras de engajamento discursivo/argumentativo (D2; D3; D4; D5 e D6); • Exploração das controvérsias sociocientíficas para identificar conhecimentos e avaliar a apropriação de conceitos científicos (D3 e D4); • Exploração das controvérsias sociocientíficas para evidenciar padrões morais e valores (D3 e D6);
2) Temas	<ul style="list-style-type: none"> • “Florestamento” no Rio Grande do Sul (D1) • “Eficiência Energética (D2) • “Desmatamento” (D3) • “Lei de Biossegurança nº 11105/05” (D4) • “Energia e Desenvolvimento Humano” (D5) • “Aborto” (D6) • Não se trabalhou um tema específico (D7)
3) Estratégias de ação	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de minicursos/cursos de formação para professores/alunos (D1; D2 e D5) • Utilização de vídeos: documentários/filmes (D2; D3 e D6) • Desenvolvimento de sequência didática (D4 e D6) • Discussão em grupos; interpretação de papéis sociais (D4 e D6) • Discussão/planejamento (D7)
4) Relações teóricas	<ul style="list-style-type: none"> • CTSA e Natureza da Ciência (D1 e D5) • Argumentação (D2; D3; D4 e D6) • Análise de Discurso (D5) • Análise de Conteúdo (D7) • Padrões Morais e Valores (D3; D4 e D6)
5) Grau de abordagem	<ul style="list-style-type: none"> • Prioritário (D1; D6 e D7) • Mediador - metodológico (D2; D3; D4 e D5)

Fonte: Elaboração da autora.

A tese codificada como T1, de autoria de Santos (2002), defende a contribuição da abordagem dos aspectos sociocientíficos (ASC) em salas de aulas de Ciências. Utilizou referenciais teóricos do Letramento Científico e Tecnológico, da Educação Científica Humanística (da Educação CTS e Freire), da abordagem de ASC defendidas por autores que defendem a abordagem das “*Socio-scientific Issues*” (SSI) e da Dialogia (Vygotsky e Bakhtin). Objetivou analisar o processo pedagógico estabelecido em sala de aula, quando da abordagem

de ASC em relação aos propósitos do letramento científico e tecnológico na perspectiva de formação para a cidadania. A partir desse objetivo, o autor visou identificar avanços, limitações e implicações para o currículo e para o processo de formação de professores.

Para tanto, o pesquisador e coautor do livro didático *Química na Sociedade*²⁷ propôs utilizá-lo em sua investigação, pois essa obra apresenta a inclusão dos ASC em seus textos. Desse modo, Santos (2002) identificou professores que utilizavam o referido livro didático e prosseguiu com entrevistas, aplicação de questionário socioeconômico-cultural e gravação em vídeo de aulas para posterior análise. Santos (2002) trabalhou em sua análise com quatro estudos de caso (1- Metais; 2- Ciência, magia e religião; 3 e 4- Poluição atmosférica). As interações discursivas foram analisadas de acordo com Mortimer e Machado (1997, 2000 e 2001), de modo a classificá-las conforme descrições dos referidos autores. Santos (2002) considerou, a partir de suas análises, que os ASC potencializam o estabelecimento de interações dialógicas, possibilitam a introdução de atitudes e valores humanos, e podem ser configurados como elementos constitutivos dos currículos de Ciências.

Na T2, Sá (2010), autora do trabalho, objetivou abordar aspectos relacionados à argumentação no Ensino de Ciências, especificamente no Ensino Superior de Química, por meio de estudos de caso. Nesse sentido, na etapa inicial da pesquisa, a autora, em conjunto com os licenciandos elaboraram 14 casos, caracterizando-os como estruturados, mal estruturados e de múltiplos problemas.

Em etapa posterior, os alunos apresentaram oralmente a resolução dos casos e participaram de debates sobre as soluções encontradas por cada um dos grupos. Os casos foram abordados em dois contextos: no primeiro, argumentaram espontaneamente e, no segundo, orientados a argumentar de acordo com o padrão de Toulmin, para favorecer o desenvolvimento de habilidades argumentativas.

A autora elaborou um modelo de análise apropriado para a argumentação relacionada às QSC e identificado como “Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas”, e o aplicou com o intuito de compreender a natureza dos argumentos e os tipos de estratégias argumentativas usualmente empregadas pelos alunos para solucionar os casos.

²⁷ A primeira edição do livro didático “Química na Sociedade”, editora Universidade de Brasília, elaborado pelo grupo do Projeto de Ensino de Química em um Contexto Social (PEQS), constituído por professores universitários pesquisadores da área de Ensino de Química e professores do Ensino Médio e coordenado pelos professores Gerson de Souza Mol e Wildson Luiz Pereira dos Santos, recebeu, em 2001 o prêmio Jabuti, categoria “Livro Didático de Ensinos Fundamental e Médio”, concedido pela Câmara Brasileira do Livro.

Além dessa análise, foram aplicados questionários aos alunos para verificar a percepção deles com relação às propostas de ensino aplicadas. Sá (2010) constatou que instruir os estudantes sobre as características de uma adequada argumentação favoreceu a elaboração de argumentos mais complexos do ponto de vista estrutural.

Com relação à aplicação do modelo de análise elaborado pela autora, o mesmo mostrou que a natureza dos casos influencia nos tipos de estratégias de aprendizagem empregadas nas suas resoluções, assim como na natureza dos critérios considerados na análise dos problemas e nas fontes de evidências utilizadas. Algumas estratégias são estimuladas em situações de apresentações orais e outras em debates.

Em sua pesquisa de doutoramento T3, Martínez-Perez (2010) utilizou referenciais teóricos do Enfoque CTSA e de Theodor Adorno, para discutir a formação de professores, a Análise de Discurso Crítica e também sobre as QSC. Objetivou estudar as contribuições e dificuldades da abordagem de QSC para a formação continuada de professores de Ciências. Para tanto, utilizou-se a Análise de Discurso Crítica para discorrer sobre o trabalho realizado com professores em serviço durante o decorrer da disciplina “Ensino de Ciências com enfoque CTSA, a partir de questões sociocientíficas”.

Ao realizar as análises, o autor considerou que a abordagem das QSC na prática docente contribui para a formação continuada de professores de Ciências, pois tende a problematizar a ideologia tecnicista de currículo tradicional de Ciências a partir da linguagem crítica e da linguagem de possibilidade, além de fortalecer a autonomia docente, encorajando os mesmos a realizarem pesquisas acerca de suas próprias práticas.

O autor identifica as dificuldades no campo do currículo, pedagógico e formativo, mas que podem ser repensadas a partir da formação do professor pesquisador.

Na T4, Santos (2011) analisou aulas práticas em que se utilizaram temas (mel, leite, cerveja, cachaça, detergente, sabão, gasolina e óleo diesel), identificados pela autora como “temas sociocientíficos” (TS). O estudo foi realizado com estudantes do terceiro ano do ensino profissional técnico em Química integrado ao Ensino Médio do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). O objetivo foi constatar a relação entre a abordagem dos TS e a instauração do processo dialógico nas aulas práticas, levando à tomada de decisão e ao desenvolvimento de atitudes e valores.

Os procedimentos metodológicos incluíram aplicação de questionários, observações, registros, gravações das aulas, filmagens dos seminários e realização de três entrevistas semiestruturadas, sendo duas com os estudantes (entrevista 1 – evidenciar concepções sobre

CTS; entrevista 2 – sobre os TS mel e leite) e uma com o professor (desenvolvimento de aulas práticas com TS com abordagem CTS).

Os referenciais teóricos são advindos do Educação CTS Humanista e de Letramento Científico Tecnológico. Santos (2011) explicita que, para análise, ancorou-se em três categorias: a) a caracterização das práticas pedagógico-didáticas; b) as atitudes e os valores para a tomada de decisão; c) o letramento científico e tecnológico. De acordo com a autora, os resultados apontaram para a importância de adotar estratégias envolvendo estudantes em práticas que trabalhem TS com abordagem CTS nos currículos do ensino profissional.

Na T5, o autor Guimarães (2011) objetivou verificar a capacidade de licenciandos (de Ciências Biológicas) em criar argumentos para defender suas posições com relação às pesquisas com “células-tronco humanas”. O autor também evidenciou as concepções dos licenciandos sobre “o início da vida humana”. Como estratégia metodológica, utilizou-se do grupo focal. Os argumentos foram analisados de acordo com o padrão argumentativo de Toulmin. Guimarães (2011) trabalhou com referenciais teóricos da Teoria da Atividade e da Aprendizagem Situada, Moral, do Raciocínio Informal, da Argumentação e Formação de Professores.

O autor constatou que a atividade coletiva foi um fator determinante para o desenvolvimento da argumentação e que a Aprendizagem Situada pode ser um importante referencial para a formação de professores de Ciências e de sua identidade.

Continuando com as descrições relativas às teses identificadas para este trabalho, na T6, a autora, Mendes (2012), objetivou compreender o desenvolvimento da argumentação em discussões sociocientíficas em aulas de Química. Para tanto, Mendes (2012) gravou e analisou aulas de três professores do Ensino Médio de escolas da rede pública de ensino. O foco foi identificar a ocorrência de situações argumentativas, ações favoráveis ao desenvolvimento da argumentação realizadas pelos professores e a presença do conhecimento científico na composição dos argumentos desenvolvidos. Os referenciais teóricos incluem Enfoque CTS, QSC, Teoria da argumentação e a argumentação na Educação em Ciências, sendo a argumentação dialogal na perspectiva de Plantin o referencial teórico assumido.

Mendes (2012) realizou filmagens, anotações de campo, entrevista em grupos focais com os alunos e individual com cada um dos professores. Também aplicou um questionário no qual se buscou informações relativas à formação e experiência docente dos professores sujeitos da investigação. Segundo a autora, a partir de suas análises, os professores estabeleceram um contexto propício à argumentação ao promoverem as discussões sociocientíficas, como também oportunizaram que os alunos verbalizassem. No entanto, por outro lado, também verificou que as situações argumentativas foram pouco significativas. Além disso, Mendes (2012) explicita

que os professores tiveram dificuldades para desenvolver ações verbais específicas em seu próprio discurso, o que evidenciam a limitação em se estabelecer a argumentação com vistas à mobilização de conhecimentos científicos.

Penha (2012), autor da T7, investigou o modo como os estudantes atuam em uma atividade de debate simulado em uma sala de aula de Física. O autor realizou uma ampla revisão da literatura relacionada às QSC, e desenvolveu uma “Ferramenta Analítica” com o propósito de avaliar a qualidade da argumentação dos estudantes. Para tanto, Penha (2012) utilizou referenciais teóricos sobre padrões e o modo de orientação do Raciocínio Informal, da Sensibilidade Moral, dos Padrões de Argumento de Toulmin e da argumentação sociocientífica.

Por fim, a autora da T8, Lopes (2013), objetivou compreender a formação de professores utilizando como referencial teórico Jürgen Habermas, no que se refere ao “âmbito das associações livres”, e também integrar a compreensão e a formulação de práticas docentes com as QSC. Trabalhou com referenciais teóricos da Teoria da ação Comunicativa, Formação de Professores e QSC. A pesquisa foi realizada em conjunto com ex-alunos da licenciatura em Física, professores e pós-graduandos de uma universidade estadual e professores de sua escola. Trata-se, de acordo com a autora, de uma pesquisa participante que se propôs a abordar a QSC “Agrotóxicos: toxidade x custos” por meio da metodologia de “Pequenos Grupos de Pesquisa – PGP”, grupos estes coordenados pelos ex-alunos.

Para a análise dos dados, utilizou-se a análise de conteúdo relacionado aos referenciais teóricos. Para Lopes (2013), a pesquisa aponta contribuições importantes sobre as relações entre universidade e escola e a simetria de fala entre os atores envolvidos, o potencial de formação a partir das associações livres e a autonomia dos professores ao proporem o trabalho com as questões sociocientíficas na escola.

Quadro 12. Síntese da descrição-analítica das Teses

Elementos relacionados à abordagem das controvérsias	Descrição-analítica
1) Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Exploração dos aspectos e de controvérsias sociocientíficas enquanto propulsoras de interações dialógicas, de engajamento discursivo/argumentativo (T1; T2; T3; T4; T5; T6 e T7) • Exploração das controvérsias sociocientíficas na/para formação de professores (T3 e T8) • Exploração das controvérsias sociocientíficas para evidenciar padrões morais, modos de raciocínio informal de valores (T5; T6 e T7)
2) Temas	<ul style="list-style-type: none"> • “Metais”; “Ciência, magia e religião”; “Poluição Atmosférica” (T1)

	<ul style="list-style-type: none"> •“Ameaça aos laranjais”; “Ameaça aos cítricos”; “Caso das Próteses”; “Reciclagem de Materiais” (T2)²⁸ •“Biocombustíveis” (T3)²⁹ •“Mel; “Leite”; “Cerveja”; “Cachaça”; “Detergente”; “Sabão”; “Gasolina e óleo diesel” (T4) •“Células-tronco humanas” (T5) •“Cuidados com produtos químicos domésticos”; “Fontes de energia”; “Plásticos, polímeros e indústrias químicas” (T6) •“Instalação da TV digital brasileira” (T7) •“Agrotóxicos: toxicidade x custos” (T8)
3) Estratégias de ação	<ul style="list-style-type: none"> •Desenvolvimento de disciplina/cursos de formação para professores/estudantes de graduação (T2; T3; T4); •Utilização de textos do livro didático (T1; T6) •Discussão em grupos de pesquisa; Grupo Focal; Grupo de interpretação de papéis sociais (T5; T7; T8)
4) Relações teóricas	<ul style="list-style-type: none"> •CTS; Letramento Científico e Tecnológico (T1; T3; T4; T6) •Educação Humanística/Humanista (T1; T4) •Argumentação (T2; T5; T6; T7) •Análise de Discurso/Análise das Interações Discursivas (T1; T3) •Formação de Professores (T3; T5; T8) •Padrões Morais; Raciocínio Informal; Ética e Valores (T4; T5; T7)
5) Grau de utilização	<ul style="list-style-type: none"> •Prioritário (T3; T8) •Mediador – metodológico (T1; T2; T4; T5; T6; T7)

Fonte: Elaboração da autora.

Ao que se refere às pesquisas de mestrado, são todas de natureza empírica e oriundas das regiões Sul e Sudeste do Brasil, sendo D1 proveniente do Programa de Pós-Graduação em Educação (UFSM) e as demais produções realizadas no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da UNESP-Bauru (D2, D4 e D6), sob orientação do Prof. Dr. Washington Luiz Pacheco de Carvalho e do Programa de Pós-Graduação Inter-Unidades em Ensino de Ciências (modalidades Física, Química e Biologia) – Faculdade de Educação – FE-USP (D3, D5 e D7), sob orientação da Prof^ª. Dra. Silvia Luzia Frateschi Trivelato (USP).

Com relação às pesquisas de doutoramento, são todas investigações empíricas e provenientes de Programas de Pós-Graduação diversos situados em 2 regiões do Brasil: Distrito Federal e Sudeste (T1 – UFMG; T2 – UFSCar; T3; T5 e T8 – UNESP-Bauru; T4 – UNICSUL; T6 – UnB; T7 – USP). Cabe mencionar que nem todas as investigações foram desenvolvidas nas cidades em que se situam os referidos Programas de Pós-Graduação aos quais os autores

²⁸ Optamos por exemplificar, no Quadro 9, apenas alguns dos Estudos de Caso que a autora Sá (2010), da T2, analisou em sua pesquisa.

²⁹ Na Tese (T3), mesmo que os sujeitos da pesquisa (professores em formação continuada) tenham levantado temas de QSC a serem abordados em sua prática pedagógica, optamos por exemplificar apenas aquele que foi trabalhado durante a disciplina de mestrado proposta pelo pesquisador e autor da referida tese, Martínez-Perez (2010).

estavam vinculados. A T3, por exemplo, foi uma pesquisa desenvolvida fora do contexto brasileiro, em parceria com uma universidade da Colômbia.

Observamos que as pesquisas de mestrado e doutorado têm objetivado explorar controvérsias sociocientíficas no que compete ao engajamento argumentativo e também às interações discursivas/dialógicas (por ex.: D2; D3; D4; D5; D6; T1; T2; T3; T4; T5; T6 e T7). Isso nos leva a afirmar que as pesquisas em Ensino de Ciências acerca das controvérsias sociocientíficas no contexto brasileiro têm se firmado no campo da argumentação/desenvolvimento de habilidades argumentativas.

Com relação aos temas abordados, as dissertações apresentam aqueles voltados para as controvérsias socioambientais relacionados ao desmatamento e à produção de monoculturas (por ex.: D1 e D3) e os temas sociocientíficos relacionados à produção energética (por ex.: D2 e D5), biotecnologia e ao aborto (por ex.: D4 e D6). Nas investigações de doutoramento, observamos maior diversidade de temáticas abordadas.

Dois trabalhos apresentam o foco em estudos de caso, embora com fundamentações conceituais diferentes. Por exemplo, na T1, os estudos de caso estão relacionados aos diferentes professores sujeitos da investigação; no caso de T2, o processo de investigação iniciou-se por meio da elaboração conjunta com estudantes de casos localmente contextualizados.

As estratégias de ação utilizadas pelos pesquisadores para abordagem das controvérsias sociocientíficas são variadas. Percebemos nas dissertações e teses uma tendência ao planejamento e desenvolvimento de sequências didáticas e minicursos para apresentação/compreensão de aspectos históricos, políticos, econômicos, sociais, culturais, éticos e morais de determinado tema (D1; D2; D4; D5; D6; T2; T3; T4); problematização/contextualização do tema por meio de filmes e documentários (D2; D3 e D6) e discussão em grupos e interpretação de papéis sociais (D4; D6; T5; T7; T8).

As teses (T1 e T6) utilizaram textos de um livro didático. De certa forma, podemos destacar que são estratégias pontuais (desenvolvidas em curto espaço de tempo) e que, em sua maioria, foram desenvolvidas pelo professor pesquisador, autor do trabalho.

Sobre as relações teóricas, identificamos, nas pesquisas de mestrado e doutorado, que os autores relacionam a abordagem das controvérsias com as inter-relações CTSA e Natureza da Ciência (D1 e D5); CTS e Letramento Científico e Tecnológico (T1; T3; T4; T6); Educação Humanística/Humanista (T1; T4); Argumentação (D2; D3; D4; D6; T2; T5; T6; T7); Análise de Discurso (D5); Análise de Conteúdo (D7); Análise das Interações Discursivas (T1; T3); Padrões Morais e Valores, Raciocínio Informal (D3; D4; D6 T4; T5; T7) e Formação de Professores (T3; T5; T8).

Referente ao grau de abordagem, podemos inferir que três trabalhos (D1; D6 e D7) explicitam a abordagem das controvérsias sociocientíficas como foco de análise; já as demais (D2; D3; D4 e D5) apresentam um caráter fundamentalmente metodológico, ou seja, utilizam-se das controvérsias como uma metodologia propulsora para a compreensão de outros aspectos, tais como: qualidade das argumentações, interações discursivas, apropriação do conhecimento científico.

Nas pesquisas de doutoramento, dois trabalhos apresentaram grau prioritário de acordo com nossas análises (T3; T8) e os demais como mediador - metodológico (T1; T2; T4; T5; T6; T7).

2.3 Síntese e problematização

A partir das análises que realizamos, identificamos que os objetivos das pesquisas sobre QSC, tanto no cenário nacional quanto internacional, estão voltados prioritariamente à identificação das concepções de estudantes e professores sobre um determinado tema controverso como também, para o desenvolvimento do raciocínio e argumentação de estudantes, o que evidencia análises sobre o processo argumentativo e a qualidade das argumentações.

No que compete às abordagens metodológicas utilizadas pelos autores dos artigos internacionais, em sua maioria, foram desenvolvidas por meio de aplicação de quadros de perguntas, realização de entrevistas, questionários, narrativas e discussões em grupo. No cenário nacional, há predomínio de planejamento e desenvolvimento de sequências didáticas.

As pesquisas de mestrado e doutorado, todas de natureza empírica, em sua maioria objetivaram explorar controvérsias sociocientíficas para desenvolvimento de habilidades argumentativas e/ou de interações dialógicas tanto com educandos da Educação Básica, quanto de professores em formação inicial ou continuada. Essas pesquisas apresentam um caráter fundamentalmente metodológico no que compete às QSC, visto que são compreendidas como estratégias de ensino voltadas à compreensão e análise de outros aspectos, tais como: qualidade das argumentações, interações discursivas, apropriação do conhecimento científico.

As inferências advindas dos artigos de natureza teórica evidenciaram que as QSC são complexas porque envolvem conhecimentos específicos disciplinares e a relação de diferentes saberes, o que denota sua natureza multidisciplinar. Também foram mencionadas interferências de aspectos culturais, valorativos, políticos, econômicos, filosóficos, psicológicos, históricos e ontológicos nas discussões de QSC, sendo necessária uma abordagem contextualizada.

Em relação às inferências que expressaram cunho predominantemente pedagógico, essas apontam que o professor necessita conhecer conceitualmente o tema que irá discutir bem como a natureza da ciência e trabalhar com metodologias diversificadas, sendo citados os trabalhos de investigação junto aos educandos como propulsores para o desenvolvimento de habilidades argumentativas. Além disso, sinalizaram a importância do professor ter domínio da metodologia de ensino e avaliar o trabalho conforme objetivos pré-definidos.

Diante desse quadro analítico delimitamos alguns indicativos conceituais predominantes: 1) QSC são complexas por sua natureza multidisciplinar; 2) são estratégias de ensino mediadoras para o desenvolvimento de habilidades argumentativas; 3) suas discussões envolvem aspectos culturais, valorativos, políticos, econômicos, filosóficos, psicológicos, históricos e ontológicos; 4) pressupõem um planejamento com objetivos e avaliações pré-definidos.

Frente a tais indicativos conceituais advindos das análises das investigações descritas nos artigos, dissertações e teses, entendemos que os mesmos estejam fundamentalmente voltados ao caráter prático das QSC, deixando pouco evidente a expressão conceitual dos aspectos inerentes à natureza epistêmica das QSC. Em outras palavras, nos parece que a dimensão epistêmica, enquanto portadora de especificidades conceituais, necessita de maiores aprofundamentos e direcionamentos, visto que, a mesma seja resultante de uma configuração conceitual que visa identificar características definidoras do objeto de conhecimento. Uma vez identificada, a base epistêmica nos indicará elementos de articulação com a dimensão didático-pedagógica para fundamentar o planejamento de atividades educativas calcadas em objetivos que envolvam as especificidades de discussões de controvérsias sociocientíficas.

Nesse sentido, embora as QSC sejam compreendidas como questões complexas em função da sua inerente multidisciplinaridade, é preciso identificar quais sejam seus elementos conceituais e a relação de complementariedade entre eles a fim de caracterizar a sua natureza complexa. Assim, tendo como referência a visão epistemológica da complexidade via pensamento complexo, delineamos nos próximos capítulos as nossas inferências conceituais acerca do pensamento complexo para a fundamentação da natureza epistêmica das QSC.

3 PENSAMENTO COMPLEXO E ENSINO EDUCATIVO

As ciências humanas, sociais e naturais têm sido consubstanciadas por fundamentos, ideias e conceitos, como: ordem, desordem, auto-organização, holismo, caos, sistemas não lineares, dentre outros. Trata-se de um movimento decorrente da necessidade do saber humano contemporâneo em ampliar suas abordagens e interpretações sobre a realidade. Portanto, depreende-se na emergência de um “novo paradigma”³⁰ relacional (ou conjuntivo) frente às limitações apresentadas pelo modelo cartesiano fundamentado na separação sujeito e objeto. Capra (1982) denominou o “novo paradigma” como “ecológico”, e diversos autores defensores do movimento o chamam de “*scienza nuova*”, como Edgar Morin, Ilya Prigogine, Maturana e Varela, dentre outros (CASTIEL, 1992).

Neste capítulo, temos a intenção de apresentar sucintamente a compreensão do que entendemos por sistemas complexos. Em seguida, abordamos elementos do pensamento complexo proposto por Edgar Morin com vistas a reflexões acerca da sua operacionalidade no contexto educativo. Portanto, inicialmente, descrevemos como o pensamento complexo constitui-se enquanto uma visão de ciência e até mesmo de mundo. Isso implica necessariamente em outra forma de interpretar a natureza, ou seja, em uma outra maneira de reaproximação do homem com a natureza.

Também apresentamos um esboço do pensamento científico “determinista”, “cartesiano”, para problematizarmos e evidenciarmos a intenção e até mesmo a necessidade do pensamento complexo mediante as indeterminações, o caos, a crise, o acaso, a incerteza do tempo presente.

É importante destacar que não temos a pretensão em descrever toda a obra de Edgar Morin. Primeiro, em função do nosso próprio objetivo mediante este trabalho; segundo, porque, talvez, estaríamos limitando um pensamento que ainda vem sendo dimensionado e até mesmo ressignificado pelo próprio autor, devido à sua compreensão de ciência. Terceiro, porque correríamos o risco de sermos incoerentes em relação ao próprio modo de pensar sobre o pensamento complexo. Em outras palavras, correríamos o risco de simplificarmos, de fragmentarmos todo o arcabouço teórico elaborado por Edgar Morin.

³⁰ O autor Castiel (1992) apresenta um arcabouço teórico apoiado nas descrições de Piaget e García (1987) para defender a ideia de que a complexidade tem um estatuto muito mais próximo à categoria de quadro epistêmico do que de paradigma.

Cabe mencionar, ainda, que delimitar elementos/princípios do pensamento complexo para refletirmos sobre o nosso objeto de estudo (a natureza epistêmica das QSC) foi um exercício de constantes imersões, de reelaborações, retorno, busca por relações e inter-relações. Não se partiu apenas da análise do pensamento complexo proposto por Edgar Morin, mas também de teorias que substancialmente contribuíram para a defesa das nossas proposições. Assim, ao longo do texto, são apresentadas sucintas ideias, influências teóricas, conforme demanda explicativa.

3.1 Sistemas Complexos

De maneira geral, os estudos relativos à complexidade enfatizam que há sistemas que não são considerados como complexos, a exemplo dos sistemas lineares. Porém, também pode haver complexidade sem que as partes estejam sistematicamente conectadas. É necessário considerar que há uma ambiguidade entre os conceitos de complexo e sistêmico; entretanto, não é preciso nem será totalmente resolvida, pois eles compartilham de princípios e técnicas que são aplicados em ambas as abordagens, como o caso da modelagem na compreensão dos sistemas para compreensão de questões mais complexas.

Além disso, o próprio conceito de complexidade pode variar em diferentes áreas do conhecimento. É certo que os fenômenos complexos incluem a auto-organização e também que estudos da complexidade exploram os sistemas além do equilíbrio (ROCHA-NETO, 2011).

Os sistemas complexos podem ser definidos como sistemas nos quais comportamentos organizados não possuem um líder, ou algum sistema de controle interno ou externo, e, portanto, são considerados “auto-organizados”. Os agentes desses sistemas interagem com o ambiente e entre si de maneira dinâmica, produzindo um comportamento complexo em função da imprevisibilidade. São ações emergentes que permitem a adaptação e a evolução do próprio sistema. Trata-se, de acordo com Mitchell (2011), “de um sistema que exhibe comportamento emergente e auto-organizável não trivial” (MITCHELL, 2011, p. 13, tradução nossa).

Furtado e Sakowski (2014) nos apresentam uma síntese³¹ acerca dos autores clássicos que contribuíram com a evidenciação de elementos que consubstanciaram aquilo que os autores chamaram de “ciência da complexidade”. Esses autores esclarecem que os conceitos centrais

³¹ Essa síntese foi apresentada por Furtado e Sakowisk (2014) por meio de um texto para discussão em um seminário organizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), que reuniu pesquisadores de vários países para discutir a modelagem de sistemas complexos e seus aspectos teóricos e metodológicos voltados a aplicações para políticas públicas. O evento, intitulado “Seminário Internacional Modelagem de Sistemas Complexos para Políticas Públicas”, aconteceu de 1º a 4 de setembro, na sede do Instituto, em Brasília. Acesso: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=23527&catid=24&Itemid=7>

surgiram em épocas diferentes e com descrições específicas contextualizadas em cada escrito dos autores clássicos e, portanto, há complementações e detalhamentos diferenciados. No entanto, em suma, corroboram para o conceito de “sistemas complexos” em função dos elementos evidenciados em cada clássico.

A síntese de Furtado e Sakowski (2014) demonstra, a partir dos conceitos detalhados dos chamados “autores clássicos”, a definição geral do que denominam “ciência da complexidade”. Esses elementos centrais são: a) Interação entre agentes (homogêneos e heterogêneos) e o ambiente; b) propriedades emergentes, c) a auto-organização; d) importância da não linearidade das escalas e das hierarquias; e) regras e seu determinismo, os padrões observados; f) ênfase na dinâmica e na retroalimentação e g) noção de adaptação, aprendizado e evolução. Os autores clássicos e suas definições centrais estão explicitados no Quadro 13, a seguir:

Quadro 13. Síntese histórica dos autores clássicos e a apresentação dos elementos para a conceituação de “sistemas complexos”

Autores e ano	Contribuições conceituais
•Waddington (1942).	• Em conjunto com outros autores, explicita a relevância da adaptação, das mudanças dinâmicas que sistemas auto-organizáveis apresentam. A evolução biológica é, portanto, a grande prova de que a seleção natural consegue gerar produtos altamente complexos. Grande contribuição das proposições de Charles Darwin sobre evolução.
•Rosenblueth e Wiener (1945).	• Reforçam a necessidade de descrever a “essência do fenômeno”. Quanto maior o número de camadas, mais complexo o sistema.
•Turing (1952).	• Ao observar substâncias químicas chamadas de <i>morfogenos</i> (produtoras de formas), demonstrou que sistemas homogêneos com taxas de difusão diferenciadas possam passar a heterogêneos a partir de pequenas perturbações ou por influência de irregularidades na estrutura de células vizinhas.
•Turing (1950) e Minsky (1961).	• Contribuem com o conceito de auto-organização, adaptação e modelagem a partir de estudos sobre aprendizagem e evolução nos campos da computação e inteligência artificial em conjunto com a teoria da informação de Shannon (1948).
•Shannon (1948), Kolmogorove (1965), Chaitin (1966), Gell-Mann e Lloyd (2004).	• Shannon (1948) estabelece definições que iriam tornar-se clássicas na teoria da comunicação. No contexto da teoria da informação, “entropia é uma medida, ao mesmo tempo, de incerteza de uma dada variável e de conteúdo presente na informação”. De modo que, quanto mais conteúdo presente na mensagem, menor a incerteza.
•Anderson (1972), Langton (1986) e von Neumann (1986).	• Buscam refutar o paradigma reducionista (segundo o qual o todo pode ser completamente compreendido mediante o entendimento de suas partes).
•Simon (1973).	• Advoga sua preferência científica na direção da construção de <i>leis que descrevam as relações entre níveis hierárquicos</i> , em detrimento da abordagem mais tradicional de descrever as partes fundamentais do sistema em estudo. Confirma a interação entre as partes ao valorizar as “hierarquias” descritas por Rosenblueth e Wiener (1945).
•Wolfram (1984).	• Analisa os efeitos de autômatos celulares e os define como sistemas dinâmicos discretos simples que apresentam características de auto-organização.

<ul style="list-style-type: none"> •Langton (1986). 	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstração de que os padrões observáveis se auto-organizam e ocorrem com bastante frequência em casos reais na natureza e na sociedade. Essa auto-organização leva ainda à emergência de fenômenos.
--	---

Fonte: Elaborado com base nas descrições de Furtado e Sakowski (2014).

De acordo com Cini (1994 *apud* CARAMELLO, 2012), a sistematização da complexidade nas Ciências Naturais tem suas raízes nas proposições do matemático Norbert Wiener ao descrever o comportamento caótico de um rio. Wiener construiu uma linguagem matemática para apresentar aspectos de uma realidade na qual estão presentes acontecimentos aleatórios e irregulares, ou seja, descrever sobre o comportamento do rio em meio ao fluxo tumultuado. Desse modo, Wiener dedicou seus estudos tendo como foco o movimento das partículas em um líquido, o que ele denominou de “movimentos caóticos”, reconhecendo a necessidade de uma abordagem de natureza holística na qual a análise do sistema privilegiava a análise das partes. Suas proposições ganharam visibilidade apenas na década de 1960, com os estudos de Edward Lorenz sobre atratores³² (CARAMELLO, 2012).

O Caos em termos gerais, não significa uma absoluta desordem ou perda completa da forma. Segundo Stacey (1991), o caos é a variedade individual criativa dentro de um padrão geral de similaridade, o que significa que sistemas guiados por certos tipos de leis perfeitamente ordenadas são capazes de se comportar de uma maneira aleatória e, portanto, completamente imprevisível a longo prazo, em um nível específico. De acordo com Paiva (2001), “A teoria de Caos está particularmente interessada em explicar como diversas categorias e seus componentes mudam ao longo do tempo e em compreender os fenômenos turbulentos dos sistemas” (p. 85). Sendo assim, as análises de sistemas caóticos evidenciam a noção da imprevisibilidade e do acaso.

Serva (1992) afirma que ideias referentes à complexidade tiveram suas raízes na área de Ciências Biológicas e, historicamente, remonta às pesquisas desenvolvidas no *Biological Computer Laboratory*, fundado por Heinz von Foerster na Universidade de Illinois, em 1956. Foerster aprofundou estudos sobre diversos temas, como causalidade circular, autorreferência e o papel organizador do acaso, mesclando conhecimentos da biologia e da cibernética.

³² De acordo com Caramello (2012), o reconhecimento da perspectiva da complexidade no campo das Ciências Naturais deu-se por meio de fundamentos advindos de: 1) caos determinístico e imprevisibilidade matemática; 2) sistemas de muitos elementos interagentes, flutuações, imprevisibilidade e acaso; 3) complexidade biológica, seus níveis hierárquicos, anéis recursivos e acaso e 4) irreversibilidade, entropia e o sentido do tempo. No que compete ao fundamento sobre o caos determinístico, o estudo de Lorenz (1963) sobre situações caóticas (conhecido como atratores de Lorenz – Efeito Borboleta) possibilitou entender a evolução de um sistema caótico, a partir da redução de um número pequeno de parâmetros observáveis, para um ciclo-limite. Ou seja, por um lado, implica num ciclo previsível, mas, por outro, descreve uma evolução inesperada do sistema.

O primeiro movimento importante está no campo da biologia molecular, a partir da descoberta do “programa genético”, em 1953. Identificou-se que a gênese da vida repousa em mecanismos físico-químicos, suscitando novas questões e dirigindo a uma nova interpretação do funcionamento da célula em função dos níveis de organização e das interações que se estabelecem.

Para tanto, utilizou-se termos e conceitos da teoria da comunicação, como programa, código, informação, mensagem, tradução etc. Nesse sentido, o reconhecimento dos sistemas biológicos enquanto complexos deu-se, essencialmente, por meio de dois aspectos primordiais: a identificação da existência de diferentes níveis organizacionais estruturais, que não se reduzem a unidades elementares, e a irreducibilidade da história a fatores naturais (SERVA, 1992; CARMELLO, 2012).

O segundo movimento, de acordo com Serva (1992), que impulsionou a evidênciação de elementos necessários à complexidade data da década de 1970. Segundo o autor:

[...] a publicação de “O Acaso e a Necessidade”, em 1970, por Jaques Monod, juntamente com André Lwoff e François Jacob, no campo da biologia molecular, valeram-lhes o Prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina em 1965. Ensejando uma cibernética microscópica no estudo do funcionamento e da reprodução da célula, Monod extrapola as fronteiras da bioquímica celular, elaborando uma obra epistemológica que clama pela renovação da ciência e ressaltando a compreensão do papel do acaso como ponto de partida para uma nova teoria da evolução das espécies (SERVA, 1992, p.27).

Serva (1992) ressalta, ainda, as contribuições da escola de Bruxelas à termodinâmica do desequilíbrio, que renderam o Prêmio Nobel de Química a Ilya Prigogine, em 1977, pela teoria das estruturas dissipativas, desembocando numa nova visão de ordem na natureza (ordem por flutuação) no estreitamento da aproximação com a biologia molecular – conceitos importantes para fundamentar a complexidade.

Em suma, podemos inferir que os precursores teóricos para a proposição/compreensão de sistemas complexos são advindos de fundamentos da Teoria de Caos; Cibernética, Teoria da Informação, Teoria dos Sistemas³³, Biologia e Física. Sistemas complexos são considerados um olhar sobre a realidade. Ao se identificar um sistema em que há agentes que interagem localmente, sem controle centralizado, e emergem situações de crise, depreende-se que os modelos anteriores, calcados no ideário do equilíbrio e simplificação das relações como lineares, não conseguem prever tais situações. Desse modo, busca-se, por meio do olhar

³³ Será melhor explicitada no decorrer deste capítulo.

complexo, compreender as relações e inter-relações das partes para se propôr intervenções no funcionamento do sistema, ou seja, apresentar elementos interventivos relevantes para a realidade.

3.2 A intenção da complexidade e a reforma do pensamento

A complexidade é uma teoria recente, que tem adentrado o campo das Ciências Sociais, como a Sociologia e a Educação. A epistemologia da complexidade está em curso e apresenta diferentes enfoques, e é nesse cenário que se movimentam as proposições teóricas de Edgar Morin.

David-Salomon Nahum – Edgar Nahon (os pais optaram por chamar de “Edgar”) - nasceu em julho de 1921, em Paris, onde reside atualmente. Filho único e de família judia, seus pais migraram para França juntamente com outros judeus ainda durante a primeira década do século XX. Filho de pai comerciante, perdeu sua mãe ainda criança.

De acordo com Petraglia (2011), “Com a perda da mãe, aos nove anos de idade, as dúvidas e as tristezas aumentam e passa, então, a cultivar a saudade e a esperança. Esperança de alegria e de dias melhores [...]” (p. 20). Nas palavras de Morin (2003):

Minha necessidade de conhecimento intensificou-se nas condições de um luto terrível aos dez anos e, depois, de uma solidão no seio de minha família. Isso me fez mergulhar em um estado contraditório, feito de um desespero irremediável e de uma esperança incontrolável, de onde nasceram meus quatro “demônios” antagônicos/complementares: a dúvida avassaladora e a busca de uma fé, a racionalidade e o misticismo (p. 10).

Ainda jovem, filiou-se ao Partido Comunista³⁴ e adotou o apelido de “Morin” (MORIN, 2003). Durante a ocupação da França pela Alemanha, na Segunda Guerra Mundial, foi obrigado a refugiar-se em Nanterre³⁵. Ingressou na Sorbone e, simultaneamente, matriculou-se nos cursos de História, Geografia e Direito, frequentando também as disciplinas de Ciências Políticas, Sociologia e Filosofia. Torna-se combatente voluntário da Resistência e Tenente das Forças Francesas (1942-1944). Em 1945, passa a ser representante do Estado-Maior do Primeiro Exército Francês na Alemanha e, no ano seguinte, chefe da Assessoria de Comunicação e Imprensa do governo militar francês na Alemanha. Publica sua primeira obra em 1946, intitulada “*L’na zero de l’Allemagne*” (O ano zero da Alemanha), de cunho jornalístico, no qual buscou retratar as verdades vividas e observadas durante o período de

³⁴ O Partido Comunista tem fundamentos políticos, culturais, econômicos e sociais no Comunismo, expresso nas proposições da obra “O Manifesto do Partido Comunista” (1848), de autoria de Karl Marx e Friedrich Engels.

³⁵ Faz parte da região metropolitana da França.

guerra na Alemanha, além de apontar as possibilidades e deficiências do país por meio de análises cunhadas no marxismo (PETRAGLIA, 2011).

Hoje conhecido mundialmente como Edgar Morin, em sua autobiografia, intitulada “Meus Demônios”, Morin (2003) apresenta a sua trajetória de vida de modo a expressar que é aberto a influências advindas de campos variados do saber, o que implica, muitas vezes, a incompatibilidade teórica entre elas. Nesse sentido, enfatiza que a busca pelo diálogo entre elas foi uma escolha consciente que contribuiu para sucessivas reorganizações, as quais o fizeram evoluir na sua maneira de pensar, como podemos observar nas suas descrições a seguir:

[...] escrevi em algum lugar que eu era movido por aquilo que o *Tao* chama de espírito do vale, “que recebe todas as águas que afluem a ele”. Mas não me vejo como um vale majestoso; vejo-me, antes, como uma abelha que se inebriou de tanto colher o mel de mil flores, para fazer dos diversos pólenes um único mel (MORIN, 2003, p. 41).

O autor define que suas reorganizações de pensamento revelam uma caminhada que pode ser dividida em três “reorganizações genéticas”: 1) concepção de mundo: a partir da história da humanidade do início do século XX; 2) visão filosófica³⁶ e política e 3) confluência de contribuições advindas da revolução biológica, das três teorias (informação, cibernética e sistemas) e da reflexão sobre as ciências.

3.2.1 Bases teóricas e o pensar complexo

Segundo Morin (2003), “Todo meu esforço é para unir o empírico e o teórico, o concreto e o abstrato, a parte e o todo, o fenômeno ao contexto” (p. 259). Nesse sentido, podemos inferir que essas reorganizações puderam ser consideradas as influências primordiais para a organização paradigmática do que o autor chamou de “pensamento complexo”.

Nas palavras de Morin (2013a), “as ameaças mais graves em que a humanidade incorre estão ligadas ao progresso cego e descontrolado do conhecimento” (p. 13). Portanto, é preciso nos atentarmos ao jogo dessa produção, que objetiva o consumismo em consolidação à sociedade capitalista, pois, a todo o momento, sofremos os efeitos de uma programação de mercado na qual não fomos consultados, e, portanto, não optamos.

Foi a crença ingênua na ciência que, hoje, leva-nos a reflexões. Cabe questionarmos a lógica do pensamento simplista e fragmentado, superarmos o pensamento cartesiano³⁷, e, para

³⁶ Na obra do autor, intitulada “Meus Filósofos”, são apresentados todos aqueles nos quais o autor reconhece os fundamentos que o fizeram pensar nos princípios do pensamento complexo e transdisciplinar, como, por exemplo: Pascal, Descartes, Montaigne, Hegel, Spinoza, Freud, Heidegger, Marx, Bachelard, Husserl, Beethoven, Buda, Proust, Dostoiévski.

³⁷ O pensamento cartesiano ou “racionalismo cartesiano” é uma visão de ciência estabelecida por Descartes em suas obras “Discurso do Método” (1637) e “Meditações Metafísicas” (1641). Em suma, parte da busca de uma

tanto, a exigência de uma outra forma de pensar sobre o mundo. Isso nos exige novos princípios para pensarmos saídas que atendam às necessidades educacionais.

Na perspectiva de Morin (2013a), a produção do conhecimento científico não apresenta mais os traços reflexivos acerca dessa construção, tornando-se um mero registro de memórias informacionais manipuladas, que, por sua vez, interfere negativamente na participação efetiva dos pesquisadores na produção do conhecimento científico. Em outras palavras, “a ciência não controla sua própria estrutura de pensamento. O conhecimento científico é um conhecimento que não se conhece” (p. 20). Nessa ótica, a ciência apresenta-nos, cada vez mais, problemas graves referentes ao conhecimento que produz a ação que determina a sociedade que transforma.

O pensamento complexo reconhece a necessidade de uma visão conjunta advinda de diferentes áreas do conhecimento, para pensar, a partir de um olhar questionador, a natureza, ou seja, a realidade. Diante disso, Morin (2011a) sinaliza a busca por uma “epistemologia da epistemologia”; em outras palavras, pensar sobre o conhecimento e, portanto, “reformular o pensamento”.

Partimos dessas reflexões para, intencionalmente, remetermo-nos à ciência que ensinamos na escola. Logicamente, o conhecimento científico trabalhado na escola advém de transposições didáticas, é orientado por concepções acerca da natureza da ciência e, portanto, significado de acordo com a própria percepção do(a) professor(a), que, por sua vez, faz uso de sua visão de mundo, de sociedade, de escola, de cidadão.

Morin (2008) afirma que as concepções de ciência são múltiplas e se fazem em meio à subjetividade tanto de cientistas quanto de indivíduos que compõem a sociedade. Nesse sentido, é necessário compreendê-la, sobretudo, em um campo multidimensional e sistêmico, no qual está envolta de conceitos e verdades solúveis.

De acordo com Morin e Moigne (2000), o pensamento complexo passa a ser desenvolvido na confluência de duas revoluções científicas. A primeira revolução advém da Teoria da Termodinâmica, Física Quântica e Cosmofísica, que apresentam, em suas proposições, o princípio da incerteza. Foi a partir dessa revolução no campo da Física, que se desencadearam reflexões epistemológicas que, em geral, questionaram a “ciência absoluta”. Os filósofos da ciência Kuhn, Popper, Holton, Lakatos e Feyerabend, por exemplo, apresentaram, por meio de suas argumentações, que a ciência é uma hipótese e que uma teoria não era definitiva.

verdade que não possa ser posta em dúvida e, portanto, converte sua dúvida em método para se bem conduzir à razão e procurar a verdade nas Ciências. Esse conceito será melhor descrito no decorrer deste capítulo, com base nos escritos de Edgar Morin.

Morin e Moigne (2000) ressaltam que a segunda revolução científica, mais recente, é advinda da “revolução sistêmica nas ciências da terra e na ecologia”, pois introduz a organização nas ciências da terra e na ciência ecológica. O pensamento complexo não se reduz nem à ciência, nem à filosofia, no entanto permite que as duas se comuniquem. “O pensamento complexo é, portanto, essencialmente um pensamento que trata com a incerteza e é capaz de conceber a organização. É o pensamento apto a reunir, contextualizar, globalizar, mas, ao mesmo tempo, reconhecer o singular, o individual, o concreto” (MORIN; MOIGNE, 2000, p. 211).

A complexidade não é uma inovação no campo teórico. Morin (2003) adverte que “a complexidade, até então sempre encontrada, mas nunca reconhecida, alimentou a procura que me permitiu nomeá-la, fazer uma teoria e desenvolver a partir dela um paradigma” (MORIN, 2003, p. 258). Desse modo, o autor se “apropriou” dos fundamentos de três teorias profícuas à elaboração teórica deste pensamento (também conhecido como “epistemologia da complexidade”) para pensar/refletir/argumentar a necessidade de um novo paradigma, a complexidade. São elas: a) Cibernética e Teoria da informação e b) Teoria geral dos sistemas. Tais teorias serão sucintamente explicitadas a seguir.

a) Cibernética e a Teoria da Informação

A Cibernética (nome derivado de uma palavra grega que significa “dirigir”) pode ser definida, de acordo com Ruyer (1972), como a ciência do controle por meio de máquinas de informação, sejam estas máquinas naturais, como o caso das “máquinas orgânicas”, ou artificiais. Trata-se de uma ciência americana, e teve como precursores o encontro de matemáticos (Norbert Wiener e von Neumann) com físicos e técnicos (V. Bush, Bigelow) e fisiologistas (W. B. Cannon, Mac Culloch) (RUYER, 1972).

A palavra “cibernética” foi cunhada por Norbert Wiener (1943-1947), a partir da compreensão do controle das máquinas pelo homem. Contemporânea das proposições de Von Neuman e Morgenstern (1947) sobre a Teoria dos Jogos; Shannon e Weaver (1949), sobre a Teoria Matemática da Informação, e Ludwig Von Bertalanffy (1947) sobre a Teoria Geral dos Sistemas, a cibernética envolve os estudos relacionados à comunicação e ao controle das máquinas ou pelas relações homem-máquina. São as questões sobre “comunicação” e “controle” desencadeadas por essa relação que formaram as bases da cibernética.

Hoje, essa teoria é considerada conceitualmente referência na administração de sistemas empresariais (RUYER, 1972; ROCHA-NETO, 2011) e, historicamente, considera-se como uma das primeiras inovações “cibernéticas”, o dispositivo desenvolvido por James Watt, em

1788, para controlar a velocidade das máquinas a vapor. As máquinas mais características do século XX – em contraste com as máquinas simples dos gregos ou com os movimentos tipo relógio do século XVIII e as máquinas de grande potência do século XIX – são máquinas de informação. São as máquinas de informação que trazem a discussão sobre a relação homem-máquina-informação-controle. Como afirma Ruyer (1972), a cibernética se ocupa do conjunto de ações que a informação desencadeia e controla, e não propriamente sobre o sentido, a consciência da informação veiculada.

Morin (2011a) destaca, ainda, que a noção de informação na cibernética também poderia ser encontrada na teoria dos sistemas; no entanto, o autor justifica que a informação não deve ser considerada um “ingrediente”, mas, sim, uma teoria que necessita ser examinada de forma independente. Além disso, cabe dizer que a informação emergiu sob dois aspectos, o aspecto comunicacional (portanto incorporada à teoria da comunicação) e o aspecto estatístico (relativo a noções de probabilidade, improbabilidade), sendo seu primeiro campo de aplicação a telecomunicação.

Segundo Morin (2011a), “a informação é uma noção central, mas problemática. Daí toda a sua ambiguidade: não se pode dizer quase nada sobre ela, mas não se pode mais deixar de levá-la em conta” (p. 24). O autor afirma, ainda, que a informação não é um conceito de chegada, mas, sim, de partida, pois, conceitualmente, apresenta grandes lacunas, razão pela qual há necessidade de se aprofundar na sua compreensão.

Ruyer (1972) explicita que a palavra “informação” depreende de um sentido que está relacionado ao objetivo visado, ou seja, eventualmente precisamos de uma informação tendo em vista um fim utilitário. Portanto, a informação em si torna-se um “meio”, e a ação que ela desencadeia (que pode ser de controle) torna-se o fim. Assim, de acordo com o autor, a definição objetiva de informação tem a enorme vantagem de torná-la possível de ser mensurada:

Se a informação representa, essencialmente, o progresso de uma ordem estrutural eficaz, ela será o contrário de uma “desestruturação”, isto é, de uma diminuição de ordem. Esta diminuição de ordem tem em física um nome: entropia. A informação pode, portanto, ser considerada como o contrário de uma entropia, e é como tal que pode vir a ser calculada (RUYER, 1972, p. 5).

Como podemos observar na citação acima, o campo da cibernética expressa claramente a aproximação entre a física e a biologia por meio do desenvolvimento conceitual de “objetivo visado” acerca da informação. Portanto, partindo do pressuposto de que qualquer comunicação eficaz de uma estrutura pode ser denominada informação e que se trata de uma definição objetiva de informação, Ruyer (1972) descreve que, “se a informação representa o progresso

de uma ordem estrutural eficaz, o contrário será a desestruturação, ou seja, uma diminuição da ordem”.

Nesse sentido, conclui-se que a diminuição dessa ordem na física é chamada de *entropia*³⁸. Utiliza-se de tais explicações para defender o argumento de que a informação envolve um mecanismo de ação totalmente inter-relacionado, o que podemos denominar de *retroalimentação*³⁹. Como afirmado por Morin (2011a), “se, por um lado, a noção de informação podia integrar na noção de organização biológica, por outro, ela podia ligar de modo espantoso a termodinâmica, isto é, a física à biologia” (p. 25).

A teoria da informação nos possibilita compreender o universo em um formato de “rede”, ou seja, pelas relações que se constituem, na ordem e desordem e pela ordem e desordem, além daquilo que se emerge de novo. Ao reconhecer o universo dinâmico em um constante fazer, refazer-se, ao mesmo tempo histórico e momentâneo, “a teoria da informação é uma ferramenta para o tratamento da incerteza, da surpresa, do inesperado” (MORIN, 2000, p. 201).

As proposições teóricas advindas da cibernética e da teoria da informação indicam-nos alguns princípios dos quais podemos observar nas fundamentações de Edgar Morin para o pensamento complexo, ainda que em função de suas insuficiências. Evidenciamos questionamentos referentes aos sistemas organizados (ordem-desordem); aos processos regulares (retroalimentação – *feedback*) e ao círculo causal (rompe com o princípio da causalidade linear). Morin (2011a) retrata, na sessão “os mal-entendidos”, que a teoria da informação não é mais uma chave fundamental da inteligibilidade, e sim mais um instrumento teórico heurístico.

b) Teoria dos Sistemas

Compreender o pensamento complexo leva-nos a identificar alguns conceitos distintos que, em sua formulação teórica, estão intimamente ligados a ele pelo ponto de vista científico e filosófico, como, por exemplo, o conceito de “pensamento sistêmico”.

Essa necessidade se dá em função, até mesmo, de o conceito de *complexidade* ser variável diante da sua compreensão e também de sua aplicação em diferentes áreas de conhecimento,

³⁸ Entropia é uma grandeza da termodinâmica que mensura o grau de irreversibilidade de um sistema; em outras palavras, significa medida de desordem das partículas em um sistema físico, portanto está associada à “desordem” de um sistema termodinâmico. Isto é, ao crescimento da desordem sobre a ordem.

³⁹ Existem dois tipos de mecanismo de retroalimentação: positiva e negativa. A retroalimentação negativa é definida como um mecanismo que reduz o efeito do estímulo perturbador. Por meio desse mecanismo, a concentração de um hormônio é aumentada e, por sua vez, inibe a produção desse mesmo hormônio, geralmente através da interação com o hipotálamo e a hipófise, fazendo com que a variável ou as variáveis retorne(m) a seu(s) valor(es), normal(is). Ex: regulação da pressão arterial.

como, por exemplo, na medicina ou pelos profissionais da tecnologia da informação nas suas avaliações de *softwares*, quando embasados na quantidade de algoritmos ou de operações envolvidas (ROCHA-NETO, 2011).

Embora o pensamento sistêmico seja uma das bases conceituais do pensamento complexo (por isso também é conhecido como “novo pensamento sistêmico”), há sistemas que não são considerados complexos, como já mencionado. Esse é o caso dos sistemas lineares (por ex.: equações lineares)⁴⁰. O que deve ser significado aqui é a ambiguidade presente nos dois conceitos, a qual está na partilha de princípios e técnicas que podem ser utilizadas em ambas as abordagens (ROCHA-NETO, 2011).

Em síntese, o “pensamento sistêmico” é uma forma de compreender/abordar a realidade e também pode ser compreendido como a “ferramenta” para enfrentar os problemas por natureza complexos, pois possibilita entender a multiplicidade das causas e variáveis relacionadas aos problemas complexos. Atualmente, admite uma variedade de significados em função de sua base emergencial ter surgido em diversas disciplinas (Biologia, Cibernética, Física, Química, Economia, Ciências Sociais), o que resultou na formulação das chamadas “teorias sistêmicas próprias” e que se adaptaram conforme conceitos-chave próprios das disciplinas (RODRIGUES-Jr, 2000; MISOCKY, 2003).

As bases conceituais das “teorias de sistemas” surgiram por volta da década de 1950, nos Estados Unidos, por meio de um grupo de cientistas com diferentes formações com o propósito de introduzir uma forma de pensar sobre as interações entre seres humanos e o meio ambiente. Buscava-se uma contraposição ao “pensamento cartesiano” justamente pela limitação do método científico e da análise, quando aplicadas nos estudos de física sub-atômica, biologia, medicina e ciências humanas.

Por sua vez, não nega a racionalidade científica, no entanto afirma que a mesma é insuficiente para descrição do universo material, e, por isso, deve ser desenvolvida conjuntamente com a subjetividade.

Para Morin (2011a), em princípio, o campo da teoria dos sistemas é muito vasto e beira à universalidade, já que toda realidade conhecida pode ser concebida como sistema, ou seja, pela associação combinatória de diferentes elementos. No entanto, mesmo que a teoria dos sistemas revele direções contraditórias, há um sistema que traz em si um dos princípios da complexidade,

⁴⁰ Conceitos de soluções de sistemas lineares admitem como um dos métodos o “método direto”, que produz soluções exatas de um sistema do qual é possível prever, por exemplo, o tempo gasto para resolver um sistema. Entretanto, a complexidade exponencial envolvida na expressão de um determinado algoritmo inviabiliza sua utilização em casos práticos. (http://pt.wikibooks.org/wiki/Matem%C3%A1tica_elementar/Sistemas_lineares)

o “sistema aberto”. Desse modo, o que nos cabe evidenciar nesse momento é a base conceitual das teorias de “sistemas abertos”, que substanciou o pensamento complexo de Edgar Morin.

De acordo com Misocsky (2003), a teoria geral de sistemas desenvolve-se no final da década de 1940, a partir das formulações do biólogo Ludwig von Bertalanffy, o qual afirma a necessidade de se tratar problemas que cercam os seres humanos como “típicos de sistemas”, o que envolve considerar as relações entre as partes. Bertalanffy passa a se dedicar na elaboração de uma disciplina que estuda os isomorfismos de conceitos, leis e modelos em campos diferentes. Esses estudos expressam o esforço do cientista em relacionar diferentes campos disciplinares.

A formulação teórica de Bertalanffy sobre “sistemas abertos” trouxe contribuições aos estudos do “pensamento sistêmico”, pois consegue responder ao questionamento evidenciado a partir da segunda lei da termodinâmica (a tendência à entropia inerente a todo sistema fechado). O biólogo explica, a partir dos estudos com sistemas vivos, a entropia em “sistemas abertos” ao estabelecer as trocas de matéria e energia com o meio, como forma de manter o estado de ordem, e também que o sistema contém o todo dentro do todo, ou seja, os sistemas possuem subsistemas, que podem ser abertos e interagem entre si, com o sistema ao qual pertencem e com o ambiente (MISOCSKY, 2003).

Os princípios da teoria geral de sistemas reproduzem ideias previamente desenvolvidas para entender sistemas biológicos. Como afirma Morgan (1996 *apud* MISOCSKY, 2003), os sistemas abertos biológicos são:

Homeostase (autorregulação para manter um estado estável); **Entropia/Entropia Negativa** (sistemas fechados tenderiam ao desaparecimento pela entropia; sistemas abertos buscam a autossustentação, importando energia do ambiente para atingir condições de estabilidade); **Estrutura, função, diferenciação e integração** (estando intrinsecamente inter-relacionados, permitem a autossustentação); **Requisito da Variedade** (relacionada com a ideia de diferenciação e integração); **Equifinalidade** (em um sistema aberto, podem existir muitos modos diferentes de chegar a um dado estado final); **Evolução do Sistema** (capacidade que depende da habilidade de mover-se para formas mais complexas de diferenciação e integração) (MORGAN, 1996 *apud* MISOCSKY, 2003, p. 3).

A partir do exposto, como podemos compreender a introdução conceitual da teoria sistêmica e, mais especificamente, de “sistemas abertos” para fomentar o pensamento complexo? Esse terreno mostrou-se bastante fecundo para a formulação de Morin (2011a) sobre a teoria dos sistemas “auto-eco-organizadores”, ou seja, da relação fundamental entre os sistemas abertos e o ecossistema.

O autor explicita sobre as duas consequências decorrentes da ideia de “sistema aberto”:
a) leis de organização da vida não são de equilíbrio, mas de desequilíbrio e b) a inteligibilidade

é encontrada não só no próprio sistema, mas na relação com o meio ambiente; conclui que a realidade está tanto na ligação quanto na distinção entre o sistema aberto e seu meio ambiente.

Foi por meio do conceito de sistema que, sutilmente, o conceito de ordem foi proposto, introduzido com a ideia de organização e tratado como redução da entropia. Ordem (contrário de entropia) é uma das medidas de organização, mas não a única. Cabe mencionar que a ideia de organização está condicionada a: de “ordem” (referente aos estados de um sistema) e a de “conectividade” (de como os estados e os elementos de um sistema condicionam-se mutuamente) (ROCHA-NETO, 2011).

No entanto, Morin (2011a) apresenta duas críticas acerca da teoria dos sistemas. Uma: no que se refere a ter explorado muito pouco o próprio conceito de sistema, o que abriu portas para questionamentos sobre um possível “vale-tudo”; e a outra por praticamente não explorar o lado da auto-organização e da complexidade.

A partir das três teorias supramencionadas, Morin (2003) identificou elementos que puderam contribuir com a nova compreensão teórica de organização (cibernética: retroação; teoria da Informação: ordem-desordem e princípio da incerteza; teoria geral dos sistemas: organização). Esses elementos podem ser visualizados no esquema que elaboramos representado na Figura 5, o qual tem o objetivo de explicitar, por meio de uma imagem, os elementos advindos das reflexões de Morin acerca das insuficiências e propositivas conceituais provenientes das teorias da cibernética e da informação e teoria de sistemas no que compete ao que chamamos de “intenção da complexidade”.

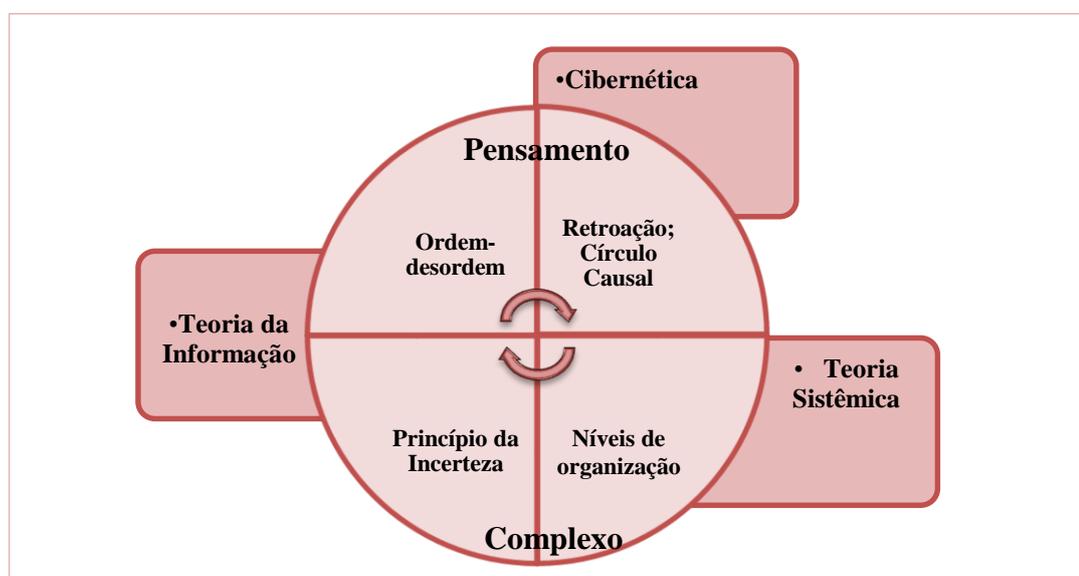


Figura 5. As teorias da informação, cibernética e sistêmica e o pensamento complexo

Fonte: Elaboração da autora.

3.2.2 Princípios da Inteligibilidade

Constantemente, o conceito de complexidade é confundido com a ideia de “complicado”. Ora, se há algo complicado, isso, por sua vez é complexo? Não no que se refere ao conceito de complexidade para com o pensamento complexo. De acordo com a etimologia, complexidade vem do latim *complexus*, que significa “o que é tecido em conjunto”. A partir dessa definição primária, podemos identificar a ideia de conjunto e junção. Como afirma Morin (2011a), “à primeira vista, a complexidade é um fenômeno quantitativo, pois explicita uma extrema quantidade de interações e de interferências entre um número muito grande de unidades” (p. 35).

Ainda complementando a ideia de complexidade, Rocha-Neto (2011) explica que “um sistema é considerado complexo quando a quantidade e diversidade das partes que o integram ultrapassam limiares a partir das quais não é mais possível considerar as conexões de todos os elementos com os demais” (p. 72).

No entanto, segundo Morin (2011a), a complexidade não compreende apenas quantificações de unidades e suas interações, mas também as incertezas, indeterminações, os fenômenos aleatórios, e ainda, em certo sentido, sempre tem relação com o acaso. O autor menciona que a complexidade apresenta um problema teórico em função da perspectiva epistemológica do sujeito, ou seja, na relação do sujeito com objeto, na ordem-desordem, pois é preciso aceitar certa imprecisão e uma imprecisão certa; é preciso aceitar também certa ambiguidade e uma ambiguidade precisa. Em outras palavras, entendemos que as afirmações de Morin (2011a) estão voltadas à necessidade impetuosa que a complexidade pressupõe de estabelecer relações, inter-relações, e não fragmentar. A complexidade está para além das “gaiolas epistemológicas”⁴¹, que, por sua vez, estão calcadas na fragmentação, na simplificação (aquela que exclui as tensões), na busca da ordem (excludente da desordem) para se estabelecer leis e princípios.

Essa ideia das relações e inter-relações, de certa forma, surgiu da contraposição que Morin (2011a; 2012; 2013a) buscou fazer em suas críticas aos limites do pensamento cartesiano, o qual expressa a separação entre o sujeito e o objeto, resultando, então, na fragmentação do pensamento e da ação. Para superação do pensamento simplificador, reducionista, fragmentado acerca do conhecimento científico, e para viabilizar a reforma do pensamento, Morin (2012;

⁴¹ A metáfora “Gaiolas Epistemológicas” foi cunhada por Ubiratan D’Ambrósio ao explicitar sobre a natureza dinâmica do Programa Etnomatemática, no qual propõe uma leitura crítica e uma nova interpretação transdisciplinar, transcultural e holística das ideias basilares às várias disciplinas. A metáfora se propõe a criticar as categorias de análise advindas da ciência moderna.

2013a) sugere a necessária compreensão do ser e a reflexão do saber, sendo este considerado a partir de seus múltiplos e diferentes aspectos que os tornam complexos.

A crítica de Morin (2011a; 2012; 2013a; MORIN; MOIGNE, 2000) ao modelo hegemônico de ciência, também conhecido como pensamento cartesiano, está justamente na separação entre o sujeito pensante e a coisa pensada. Trata-se do “Princípio da Especialização” formulado por Descartes, o qual consiste na separação da filosofia da ciência, das matérias umas das outras, do ambiente e do sujeito. A distinção torna-se disjunção, quando se separam e isolam os processos e fenômenos, excluindo o aspecto oposto, considerando-o inexistente.

Embora esse princípio tenha se revelado fecundo para numerosas descobertas, não soube reconhecer que muitas ideias surgem das incertezas e muitas descobertas nasceram de forma interdisciplinar. Para o autor, o modelo cartesiano, fundado na causalidade linear, na verdade quase absoluta da valorização à indução, não considera as contradições.

Em síntese, Morin e Moigne, (2000) apresentam críticas à ciência clássica por meio do que eles chamaram de “pilares da ciência clássica”. De acordo com os autores, os três pilares da ciência clássica são: 1) **“A noção de ordem”**: pois atrás da desordem aparente existia uma ordem a ser descoberta (...); portanto “o pensamento complexo, longe de substituir a ideia de desordem por aquela de ordem, visa colocar em dialógica a ordem, a desordem e a organização” (2000, p. 199); 2) **“A noção de separabilidade”**: correspondente ao princípio cartesiano de decompor o fenômeno em elementos simples, o que veio a ser traduzido na especialização excessiva, seguida da hiperespecialização. Explicita também a separação entre a realidade objetiva e o observador. E, por fim, o terceiro pilar: 3) **A lógica indutivista-dedutiva-identitária (razão)**: a qual representa a “razão clássica a partir dos seguintes princípios (indução; dedução; identidade – rejeita a existência de contradições).

Morin (2013a), por meio da evidenciação de princípios que regem o chamado “paradigma da simplificação”, apresenta “categorias/princípios” de inteligibilidade da ciência clássica para propor a inteligibilidade complexa. Tais categorizações não são definitivas nem excludentes, como afirma o autor:

Chamo paradigma de simplificação ao conjunto dos princípios de inteligibilidade próprios da ciência clássica e que, ligados uns aos outros, produzem uma concepção simplificadora do universo (físico, biológico, antropossocial). Chamo paradigma de complexidade ao conjunto de princípios de inteligibilidade que, ligados uns aos outros, poderiam determinar as condições de uma visão complexa do universo (físico, biológico, antropossocial) (MORIN, 2013a, p. 330).

Desse modo, para explicitar tais princípios que regem a “epistemologia da complexidade”, o autor instiga-nos a constantes reflexões acerca de suas argumentações. O seu

pensamento fica claro na abordagem desses princípios, que, ao mesmo tempo, “dialogam-dialogicamente” de maneira complementar, antagônica e sempre em recursividade na busca da reforma do pensamento. Como afirma o autor sobre o seu exercício e objetivo em se pensar os princípios da complexidade: “Decerto que uma descrição puramente local ou um estudo estritamente analítico podem ignorá-los. A reintegração do objeto isolado e do estudo analítico em seu contexto, entretanto, exige-os” (MORIN, 2013a, p. 334).

No Quadro 14, a seguir, apresentamos, de maneira sucinta, a categorização dos 13 princípios estabelecidos por Morin (2013a), com o objetivo de apresentar a contraposição-propositiva daqueles voltados à inteligibilidade da “ciência clássica” e dos voltados à inteligibilidade complexa. Acreditamos que o demonstrativo desses princípios possa sinalizar pontos reflexivos sobre o “pensamento cartesiano” e o pensamento que visa à complexidade.

Quadro 14. Princípios da Inteligibilidade a partir do contraponto-propositivo entre “paradigma da simplificação e “paradigma da complexidade”

Princípios da Inteligibilidade	
Paradigma da Simplificação	Paradigma da Complexidade
• Universalidade: exclui-se o local e o singular;	• Reconhece a insuficiência da universalidade – busca o local e o singular;
• Eliminação da irreversibilidade temporal;	• Reconhece e integra irreversibilidade: tempo, ontogênese, filogenia, evolução e problemática organizacional;
• Reduz conjuntos/sistemas para partes/unidades;	• Reconhece a impossibilidade de se isolar unidades elementares simples;
• Reduz organizações aos princípios de ordem;	• Incontornabilidade da problemática da organização e da auto-organização;
• Causalidade linear.	• Causalidade complexa;
• Determinismo universal e impecável;	• Considerar os fenômenos segundo uma dialógica;
• Isolamento/separação objeto e ambiente;	• Distinção, mas não separação;
• Separação absoluta objeto e sujeito;	• Relação observador e objeto;
• Eliminação de toda problemática;	• Possibilidade e necessidade de uma teoria científica do sujeito;
• Eliminação do ser e da existência pela quantificação;	• Possibilidade de reconhecer e introduzir as categorias de ser e da existência;

<ul style="list-style-type: none"> • Exclusão da autonomia; 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de reconhecer cientificamente a autonomia;
<ul style="list-style-type: none"> • Confiabilidade absoluta da lógica para estabelecer a verdade das teorias; 	<ul style="list-style-type: none"> • Princípio discurso complexo: associação de noções complementares, concorrentes e antagônicas;
<ul style="list-style-type: none"> • Discurso monológico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pensar de maneira dialógica e por macroconceitos, relacionando de maneira complementar noções antagônicas.

Fonte: Morin (2013a), p. 330-334.

Cabe mencionar, ainda, que Edgar Morin expressa os princípios da inteligibilidade do pensamento complexo não somente nas descrições apresentadas em Morin (2013a)⁴². Talvez de forma intencional, o autor apresenta “desordenadamente” tais princípios em outros trabalhos de sua autoria à medida que fosse “complementando” suas proposições.

Assim sendo, a partir de nossas leituras e compreensões, sintetizamos os princípios da inteligibilidade do pensamento complexo em: a) sistêmico/organizacional; b) hologramático; c) círculo retroativo; d) círculo recursivo; e) auto-eco-organização: autonomia e dependência; f) dialógico; g) reintrodução do conhecimento. Todos estes são considerados “princípios que guiam as marchas cognitivas do pensamento complexo” (MORIN; MOIGNE, 2000). Tais princípios/operadores serão melhor explicados no tópico a seguir.

3.2.3 Operadores orgânicos do pensamento complexo

A partir das compreensões de Morin acerca das três teorias já explicitadas nos tópicos anteriores (teoria da informação, cibernética e teoria dos sistemas), bem como da elaboração dos princípios de inteligibilidade referentes ao pensamento complexo, Edgar Morin também se valeu de outras elaborações teóricas sobre a ideia de auto-organização advindas, por exemplo, dos trabalhos de von Neumann (teoria dos autômatos auto-organizadores)⁴³, von Foerster (descoberta do princípio de “ordem pelo barulho” – em certas condições de desordem, pode-se produzir organização) e de Ilya Prigogine sobre termodinâmica de processos irreversíveis (MORIN, 2003).

Cabe nesse momento, então, compreender as bases de operacionalidade do pensamento complexo. Morin e Moigne (2000) e Morin (2011, 2012, 2013a) reconhecem os operadores

⁴² Além do livro *Ciência com Consciência* (2013a), também encontramos descrições sobre esses princípios em: *Introdução ao pensamento Complexo* (2011); *A inteligência da complexidade* (2000) e *A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento* (2012).

⁴³ Morin (2013a) propõe que a organização viva tem a propriedade de se manter e de se desenvolver apesar da desordem, mas também com ela, utilizando as degradações moleculares ou celulares para se autorregenerar.

cognitivos, também chamados de “princípios estruturantes para o pensamento complexo”⁴⁴; são eles: a) sistêmico/organizacional; b) hologramático; c) circuito retroativo e circuito recursivo; d) auto-eco-organização; e) dialógico e f) reintrodução do conhecimento.

Cada princípio elenca elementos que propiciam uma compreensão de suas proposições teóricas. No entanto, o próprio nome “operador” remete-nos a interpretá-los em função de uma execução/prática das proposições teóricas de Morin, o que expressa nossa limitação relacionada à própria concepção clássica de método. Dessa forma, antes de apresentarmos nossas compreensões acerca de cada operador do pensamento complexo, cabe um pequeno adendo sobre a noção de teoria e método expressa pelo autor. Portanto, os questionamentos iniciais que orientaram essas reflexões foram: como Edgar Morin apresenta o pensamento complexo em sua operacionalidade? Como teoria? Como método? Ou na relação dos dois?

Inicialmente, Morin (2013a) problematiza a interpretação do conceito de teoria por meio de sua relação com o método. Nas palavras do autor, “uma teoria só realiza seu papel cognitivo, só ganha vida com o pleno emprego da atividade mental do sujeito. É essa intervenção do sujeito que dá ao termo ‘método’ seu papel indispensável” (p. 335).

Nesse sentido, para o autor, “a teoria não é o fim do conhecimento, mas um ‘meio-fim’ inscrito em permanente recorrência” (p. 336).

Quando nos referimos ao método a partir do pensamento complexo, percebemos que se trata de um ponto delicado e de abordagem difícil por alguns motivos: primeiro, porque reconhece que a teoria do conhecimento complexo está apenas no seu início, e, segundo, porque Morin visou desconstruir, desde o início de suas proposições, a concepção clássica de método, como afirmou: “na perspectiva clássica, o método não é mais do que um *corpus* de receitas, de aplicações quase mecânicas, que tem por objetivo excluir todo sujeito de seu exercício” (2013a, p. 335).

Esses motivos expressam o desafio do autor em elaborar proposições teóricas que viessem de encontro ao paradigma da simplificação, como expresso pelo autor: “a pior simplificação é aquela que manipula os termos complexos como termos simples, libera-os de todas as tensões antagônicas/contraditórias, esvazia-lhes as entranhas de todo o seu claro-escuro” (MORIN, 2013a, p. 337).

⁴⁴ Morin e Moigne (2000) e Morin (2012) apresentam sete princípios estruturantes para o pensamento complexo, os quais também identificam como operadores. No entanto, neste trabalho, reorganizamos a explicitação destes princípios em cinco tópicos, com a preocupação de não causar prejuízo à compreensão de todos os sete operadores apresentados pelos autores citados.

Ao reconhecer esses desafios, Morin (2013a) apresenta o método relacionado com a teoria, sendo que esta não expressa nada sem o método e até mesmo quase se confunde com ele. São, portanto, componentes indispensáveis do conhecimento complexo. Além disso, para o autor, o método estabelecido no pensamento complexo precisa de estratégia, iniciativa, invenção e arte e consiste em práxis fenomenal, subjetiva, concreta; portanto, considera a intervenção ativa do sujeito da seguinte forma: “o método, ou pleno emprego das qualidades do sujeito, é a parte inelutável de arte e estratégia em toda paradigmatologia, toda teoria da complexidade” (MORIN, 2013a, p. 338).

Em síntese, o método consiste no caminhar, na forma de compreender a realidade, ou seja, de abordar e investigar essa realidade. Desse modo, Edgar Morin, ao escrever os seis volumes da obra “O método”, apresenta-nos uma estrutura de pensamento que envolve a articulação de princípios fundamentais da constituição do pensamento complexo. Esse pensamento precisa ser reformado, como destaca o autor: “Não haverá transformação sem reforma do pensamento, ou seja, revolução nas estruturas do próprio pensamento. O pensamento deve tornar-se complexo” (MORIN, 2013a, p. 10).

Como observamos nas descrições acima, Morin (2000, 2011, 2013a) define princípios para dar conta da realidade, ou seja, da complexidade. São princípios orientadores que nos levam a reflexões acerca dos fenômenos e processos sociais. Tudo isso requer uma reforma do pensamento, pois a tomada de consciência das realidades complexas requer um pensamento e um método capazes de religá-las (MORIN, 2013a).

Mesmo que esses princípios estejam relacionados, como, por exemplo, o princípio hologramático, que está diretamente ligado ao princípio recursivo – este, por sua vez, ligado, de certa forma, ao princípio dialógico, em uma tentativa de explicitar seus pormenores – os princípios foram evidenciados separadamente, como na lógica recursiva, em que o conhecimento adquirido sobre as partes volta-se sobre o conhecimento de um todo. Nesse sentido, os mesmos são descritos nos tópicos que se seguem. Como afirma Morin (2011a), “o conhecimento do todo pode enriquecer-se pelo conhecimento das partes, num movimento produtor de conhecimentos”.

a) Sistêmico/organizacional

O princípio sistêmico/organizacional expressa a ligação entre o conhecimento das partes ao conhecimento do todo. Esse princípio é proposto devido à crítica e oposição de Morin (2013a) à ideia de que “um paradigma sistêmico deveria estar presente em todas as teorias, sejam quais forem os seus campos de aplicação aos fenômenos” (p. 259). Isso denota até mesmo

a presença do “holismo”, que em função da sua visão “aparentemente” totalizadora, reforça ainda mais a visão parcial, simplificadora do todo, pois tal situação decorre da dependência que o “holismo” tem da simplificação, ou seja, da redução do complexo a uma categoria ou conceito-chave (MORIN, 2013a).

Para Morin (2013a), o sistema deve ser considerado não somente como unidade global, mas como *unitas multiplex*⁴⁵, no qual necessariamente considera-se a associação de termos antagônicos. Isso quer dizer que um sistema é constituído de unidade e diversidade, de modo que se admite a unidade a partir da diversidade, assim como a diversidade a partir da unidade, em um pensamento operado pela *circularidade*. Portanto, ao apresentar suas proposições acerca do conceito de sistema, destacam-se a *circularidade* dos termos expressando o caráter recorrente, isto é, a recursividade.

Ao que parece, a inteligibilidade do princípio sistêmico está baseada na *circularidade construtiva* da explicação do todo estar nas partes e as partes estarem no todo. Poderia se pensar que essas duas explicações se anulariam entre si, no entanto elas se tornam complementares em função da associação de seus caracteres correspondentes e antagônicos, por meio do circuito ativo, que, por sua vez, mantém a oposição de forma complementar (MORIN, 2013a).

O conceito de organização, no que compete ao pensamento complexo, adquire caráter paradigmático central, ou até mesmo de um problema-chave, pois a relação ordem/desordem acaba por se tornar um problema radical ou paradigmático, porque a definição dessa relação controla todas as teorias, discursos, práxis e política (MORIN, 2005).

Vejamos algumas definições apresentadas por Morin (2012): temos a “macro-ordem” sobre a “microdesordem”; do segundo princípio da termodinâmica, temos uma transição unívoca “ordem (organização)-desordem”; do evolucionismo biológico e o progressismo social, a orientação inversa e adversa “desordem-ordem (organização)”; mas nenhuma comporta a complexidade. Como afirma o autor, “a explicação já não deve expulsar a desordem, já não deve ocultar a organização, mas deve conceber sempre a complexidade da relação organização-desordem-ordem” (MORIN, 2013a, p. 267).

Como, então, conceber a complexidade a partir dessas relações? De acordo com Morin (2011a), podemos dizer que há complexidade na relação ordem/desordem/organização quando se constata empiricamente que os fenômenos desordenados são necessários (em determinadas condições) para a produção de fenômenos organizados. Isso contribui para o crescimento da

⁴⁵ *Unitas multiplex* é um termo utilizado por Morin (2005) cunhado por Angyal (1941), e significa que o sistema apresenta-se como um paradoxo: considerado sob o ângulo do Todo, ele é homogêneo; considerado sob o ângulo dos constituintes, ele é diverso e heterogêneo.

ordem. Essa relação também é chamada de “tetragrama organizacional”, pois, ao uni-lo aos operadores da complexidade, temos as bases do pensamento complexo. Nesse sentido, para a complexidade, é necessária a contradição – considera-se para além da associação ou junção – e, por isso, constitui-se como um circuito conceitual, conforme explicitamos na Figura 6, a seguir:

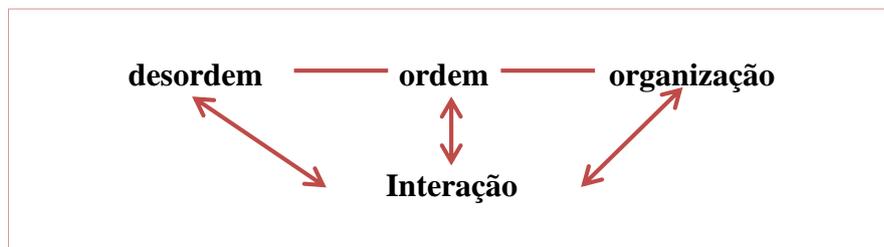


Figura 6. Circuito conceitual entre a ordem (organização) e desordem

Fonte: Morin, 2013a, p. 267.

b) Hologramático

O operador hologramático, de acordo com Morin (2012b), advém da ideia de holograma. Segundo ele, “um holograma é uma imagem em que cada ponto contém a quase totalidade da informação sobre o objeto representado” (p. 302). Evidencia que, em certos sistemas, não apenas a parte está no todo, mas o todo está presente nas partes (MORIN, 2000; 2005; 2011a). Para Morin (2011a), o princípio hologramático significa que “o menor ponto da imagem do holograma contém a quase totalidade da informação do objeto representado”, e “não apenas a parte está no todo, mas o todo está na parte” (p. 74).

O autor explicita que este princípio está presente no mundo biológico e no mundo sociológico. Por exemplo, no sistema biológico, cada célula é uma parte do todo e cada célula contém expressa a totalidade da informação genética de um organismo, como afirma: “Assim, cada célula é uma parte de um todo (o organismo global), mas também o todo está na parte: a totalidade do patrimônio genético está presente em cada célula individual [...]” (MORIN, 2012, p. 94).

A ideia do holograma propõe-se a ir além do reducionismo que só concebe as partes, e do holismo que só concebe o todo. Esse princípio está ligado à própria ideia recursiva, que está ligada, em parte, à ideia dialógica. Por meio da recursividade, como afirma Morin (2011), “pode-se enriquecer o conhecimento das partes pelo todo e do todo pelas partes, num mesmo movimento produtor de conhecimentos” (p.75). Desse modo, esse princípio firma-se no paradoxo entre o uno e o diverso e, portanto, remete-nos a pensar na parte-todo, no simples-complexo em sua relação de interdependência. Além disso, buscando explicações na lógica

recursiva, “sabe-se muito bem que o adquirido no conhecimento das partes volta-se sobre o todo. O que se aprende sobre as qualidades emergentes do todo, tudo que não existe sem organização, volta-se sobre as partes” (MORIN, 2011a, p. 75).

Para Morin (2013a), a vida nada mais é que um feixe formado de qualidades emergentes que são resultantes das relações (advindas das interações e de organização entre as partes e o todo). Esse feixe emergente retroage (causa efeito) sobre as partes que o produziram. O autor, então, utiliza das noções-chave de realidade de emergência para apresentar o caráter complexo dessas relações: 1) “o todo é mais do que a soma das partes” – pelas relações surgem as emergências, as propriedades novas; 2) “o todo é menos do que a soma das partes” – pois, sob o efeito das coações, perdem algumas das suas qualidades/propriedades e 3) “o todo é mais do que o todo, porque o todo enquanto todo retroage sobre as partes” – pois essas partes também causam efeito sobre o todo, sendo o todo mais do que uma realidade global (p. 261). Portanto não basta conceber o problema central da manutenção das relações (todo/parte; uno/diverso); é preciso compreender o caráter complexo dessas relações.

Como podemos evidenciar nas explicações acima, o autor ressalta que o princípio explicativo complexo não deve se reduzir a uma relação dual (fenomenal-generativo; superestrutura-infraestrutura), mas, sim, compreender o processo em que o(s) produto(s) final(ais) gera(m) seu próprio recomeço, o que reafirma o princípio da recursividade. Assim, Morin (2013a) retoma os conceitos-chave nesse processo de complexificação e expressa que “as partes são, ao mesmo tempo, menos e mais do que as partes”, pois, dentro de um sistema complexo, como, por exemplo, a sociedade humana, as emergências não se efetuam somente no nível do todo (ou seja, da sociedade), mas também e, sobretudo, nos indivíduos. Desse modo, a consciência de si emerge nos indivíduos.

A partir desse pressuposto, o autor reconhece que: 1) As partes são eventualmente mais do que o todo: mais, pois a riqueza do universo, por exemplo, não está na sua totalidade, mas nas pequenas unidades reflexivas que nele foram constituídas; 2) O todo é menos do que o todo: pois há de se considerar que, dentro do todo, há zonas de sombra, ignorâncias mútuas e até cisões - o que o autor chama de inconsciente antropológico de Freud e inconsciente sociológico de Marx; 3) O todo é insuficiente: pois insuficiência resulta de tudo o que a antecede; 4) O todo é incerto: pois não sabemos com certeza a finitude de um sistema; 5) O todo é conflituoso: porque todo sistema comporta forças antagônicas.

c) Circuito Retroativo e Circuito Recursivo

O circuito retroativo⁴⁶ foi um princípio introduzido por Norbert Wiener que permite o conhecimento dos processos autorreguladores. Esse princípio firma-se no rompimento com a causalidade linear, que significa: a causa age sobre o efeito e o efeito sobre a causa. A circularidade da retroação (também conhecida como *feedback*) apresenta duas formas de reações: a negativa (permite reduzir o “desvio” e então estabilizar o sistema) e a positiva (que amplifica a reação). Em suma, sejam elas estabilizadoras ou inflacionadoras, as retroações são legiões de fenômenos econômicos, políticos, sociais ou psicológicos (MORIN; MOIGNE, 2000; MORIN, 2012).

O circuito recursivo vai além do princípio da retroação (*feedback*). É também chamado de recursão organizacional e ultrapassa a noção de regulação com as de autoprodução e auto-organização. Como afirma Morin: “A ideia recursiva é, pois, uma ideia em ruptura com a ideia linear de causa/efeito, de produto/produtor, de estrutura/superestrutura, já que tudo o que é produzido volta-se sobre o que produz num ciclo ele mesmo autoconstitutivo, auto-organizador e autoprodutor” (2011a, p. 74).

Como exemplifica Morin: “Os indivíduos humanos produzem a sociedade em e mediante as suas interações, mas a sociedade, enquanto um todo emergente, produz a humanidade desses indivíduos trazendo-lhes a linguagem e a cultura” (2000, p. 204). Portanto, é um círculo gerador, que considera a relação produto-produtores, ou seja, produtos são os próprios produtores do que se é produzido.

d) Auto-eco-organização: autonomia e dependência

De acordo com Morin e Moigne (2000), “os seres vivos são seres auto-organizadores que se autoproduzem ininterruptamente e gastam energia para salvaguardar sua autonomia” (p. 210). É essa afirmativa que consubstancia a ideia de que, como os seres vivos possuem a necessidade de gastar energia, de informação e de organização no meio ambiente, sua autonomia torna-se inseparável dessa dependência, portanto é preciso concebê-los como seres “auto-eco-organizadores”.

A auto-eco-organização apresenta um aspecto-chave, ela se regenera permanentemente para a permanência do antagonismo complementar. Os autores ressaltam que esse princípio, de

⁴⁶ Em “A Inteligência da complexidade” (2000), Morin e Moigne descrevem-no como “círculo retroativo” e “círculo recursivo”. Em “A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento” (2012), talvez pela tradução, o autor denomina os referidos princípios como “circuito retroativo” e “circuito recursivo”. Neste trabalho, utilizamos os termos “círculo” e “circuito” como sinônimos.

maneira específica, vale para os seres humanos, que, dependendo de sua cultura, desenvolvem sua autonomia, mas também para as sociedades, que dependem do seu meio geológico (MORIN, 2012a).

Destaca-se ainda, nesse princípio, o valor hologramático. O que isso significa? De acordo com Morin (2011a), a visão simplificada diria “a parte está no todo”, e a visão complexa diria “não só a parte está no todo; o todo está no interior da parte que está no interior do todo”, o que denota que a complexidade é diferente da confusão de que “o todo está em tudo, e vice-versa”. Nesse sentido, o autor afirma que estamos diante de sistemas extremamente complexos, em que se misturam ordem, desordem e organização, em que não se pode eliminar o acaso, o incerto; portanto, devemos conviver com a desordem.

Assim, as organizações têm a necessidade de desordem, pois toda organização (como todo fenômeno físico, organizacional e vivo) tende a se degradar e degenerar. Desse modo, o autor conclui que não há uma receita para o equilíbrio; a única forma de lutar contra a degeneração está na permanência da regeneração. Em outras palavras, na atitude do conjunto da organização a se regenerar e a se reorganizar frente a esses processos de desintegração. Esse é o movimento da auto-organização à auto-eco-organização (MORIN, 2011a).

e) Dialógico

Em linhas gerais, o princípio dialógico permite associar dois termos antagônicos e, ao mesmo tempo, complementares, como explicita Morin (2012): “A dialógica permite assumir racionalmente a inseparabilidade de noções contraditórias para conceber um mesmo fenômeno complexo” (p. 96). É manter a dualidade dentro da dualidade, buscando as inter-relações entre as coisas que são tidas separadamente. Essa ideia foi derivada, entre outros, da teoria da dualidade onda-partícula⁴⁷, ao se admitir a necessidade de reconhecer as partículas físicas ao mesmo tempo como corpúsculos e como ondas.

Trata-se de um princípio que possibilita a articulação de ideias, a religação de diferentes saberes, construindo relações das partes com o todo, em busca de uma compreensão significativa. O saber passa a ser resultante da articulação de uma rede de conhecimentos não mais pertencentes às disciplinas segmentadas, e sim ao nível da articulação, da unidade e do diverso (MORIN, 2012; 2011).

Para Morin (2000), o operador metodológico da complexidade é o princípio dialógico: “O princípio dialógico funda-se na associação de noções que são, ao mesmo tempo,

⁴⁷ Niels Bohr estabeleceu um modelo atômico revolucionário em 1913.

complementares, concorrentes e antagônicas, porém indissociáveis e indispensáveis para compreensão de uma mesma realidade” (p. 201). Como afirma o autor, a ordem e a desordem podem ser concebidas em termos dialógicos, como, por exemplo, entender a “ordem e a desordem” como dois inimigos: um suprime o outro, mas, ao mesmo tempo, em certos casos, eles colaboram e produzem organização e complexidade. É o que podemos chamar de unidualidade-complementar, pois é o princípio que associa dois termos ao mesmo tempo antagônicos e complementares (MORIN, 2011a).

Em suma, o princípio dialógico se refere aos processos organizadores, produtivos e produtores da vida e da história humana em um mundo complexo. Dessa forma, pensar dialogicamente significa compreender que a realidade – se constitui, destrói e regenera – a partir de princípios e forças antagônicas. Por exemplo, os sistemas naturais ou humanos obedecem a uma ordem que foi produzida a partir de uma desordem inicial que, por sua vez, resultou da destruição de uma ordem anterior. Dessa forma, ordem e desordem não podem ser pensados separados, mas sim em sua relação dialógica, que produz as infinitas configurações e modificações apresentadas na realidade.

f) Reintrodução do conhecimento

É o princípio que revela o problema cognitivo central, o qual Morin (2012) indica ser relacionado ao conhecimento. Para o autor, todo conhecimento (da percepção à teoria científica) é uma reconstrução/tradução feita por uma mente/cérebro em uma cultura e época determinadas. Nesse sentido, sendo a reforma do pensamento de natureza paradigmática, admite-se, então, a nossa aptidão para organizar o nosso pensamento, e esse movimento é o que executará a restauração do sujeito. O movimento para a reforma do pensamento está na comunicação entre as culturas. Dessa comunicação, emergem “Novas Humanidades” e, de acordo com Morin, “essas humanidades revitalizariam a problematização, o que permitiria a plena emergência dos problemas globais e fundamentais” (2012, p. 97).

No entanto, o excesso da complexidade, como enfatiza Morin (2011a), é desestruturador! Assim, a solidariedade seria, por conseguinte, a única coisa que permite o incremento da complexidade e, desse modo, “precisa-se de verdadeiras solidariedades” (MORIN, 2011a, p. 93), que são constituídas de maneira espontânea, e não impostas. Assim, Morin (2012) defende a regeneração do humanismo.

Esse humanismo está voltado para a humanidade, para a cidadania. Portanto, envolve a regeneração da solidariedade entre humanos, o que indica um modo de pensar que une

conhecimentos, que, na construção conjunta, favorece o senso de responsabilidade e cidadania e como consequências existenciais as éticas cívicas.

Morin (2011a) afirma ser importante reconhecer o problema de excesso de complexidade que acaba por ser desestruturador. Esse excesso advém da luta ambígua de resistência, colaboração, antagonismo e complementariedade necessários à complexidade organizacional. Podemos, segundo o autor, dizer que, quanto mais complexa uma organização, mais ela tolera a desordem. O que é importante, pois a desordem faz a “engrenagem movimentar”; é ela que traz as reflexões, a vitalidade aos indivíduos para tomarem iniciativas de mudanças.

Buscamos demonstrar, na Figura 7, uma “engrenagem” das relações estabelecidas por Edgar Morin ao pensar a necessidade de uma organização teórica frente às suas reflexões acerca da cibernética, da teoria dos sistemas e da teoria da informação, tanto em relação à sua fecundidade quanto às insuficiências. Também buscamos explicitar, nessa figura, a importância da Teoria dos Autômatos (no que compete aos auto-organizadores), do Princípio da “ordem pelo barulho” (sobre a relação da desordem e organização) e da Termodinâmica de processos irreversíveis (no que compete à entropia), quando Morin estruturava os princípios, ou operadores do pensamento complexo. Eles são evidenciados por meio dos princípios considerados básicos: sistêmico-organizacional; recursivo e dialógico. Como podemos observar, trata-se apenas de uma configuração esquemática que representa alguns conceitos-chave importantes à configuração teórica do pensamento complexo.

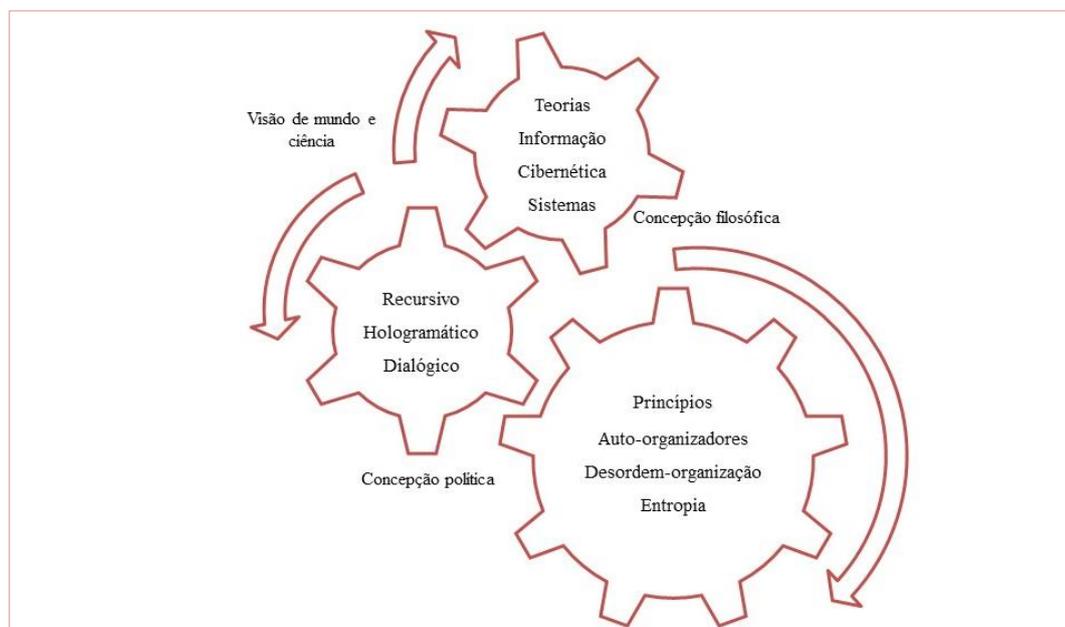


Figura 7. Engrenagem representativa das relações entre os conceitos-chave para a composição basal do pensamento complexo

Fonte: Elaboração da autora.

3.3 Educação, ensino e o pensamento complexo

Como compreender a educação a partir do pensamento complexo? Guiados por esse questionamento inicial, neste tópico são descritas as compreensões/contribuições de Edgar Morin no que compete ao campo da educação e do ensino. Buscamos, a partir de seus escritos, localizar o pensamento complexo no enfrentamento de questões educacionais e mais especificamente no Ensino de Ciências.

Para Morin (2012a), “educação” é uma palavra forte, pois seu objetivo é assegurar a formação e o desenvolvimento do ser humano. Daí decorre o problema do termo “formação”, com sua conotação de modelagem e conformação, por, certamente, ignorar que a função da educação está em favorecer a autonomia. No que compete ao “ensino”, o autor diz se tratar de uma arte ou ação de transmitir os conhecimentos e reconhece que se trata de um conceito limitado, porque está relacionado apenas ao cognitivo. Desse modo, ressalta que a palavra “ensino” não lhe é suficiente, ao mesmo tempo que a palavra “educação” comporta um excesso e uma carência. Assim, Morin (2012a) utiliza o termo “ensino educativo”.

Cabe mencionarmos, como Edgar Morin evoca a complexidade para o âmbito educativo, visto que, para o autor, a educação é uma área que necessita urgentemente de mudanças no que diz respeito ao pensamento, ou seja, a necessária “reforma do pensamento”. A partir de suas proposições acerca da complexidade, decorrem, de forma recorrente, dois equívocos que precisam ser sanados: “O primeiro mal-entendido consiste em conceber a complexidade como receita, como resposta, em vez de a considerar como desafio e como incitamento para pensar (...)” (MORIN, 2013a, p. 137); o segundo está na compreensão errônea em se considerar “complexidade” e “completude” como sinônimos: “Ora, o problema da complexidade não é o de estar completo, mas, sim, do incompleto do conhecimento” (MORIN, 2013a, p. 138).

Ao apresentar considerações sobre o ensino, em “Notas para um ‘Emílio’ Contemporâneo”⁴⁸, Morin (2011) explicita que o nosso sistema educacional ensinou-nos a isolar os objetos, separar os problemas, analisar, mas não a juntar. Assim, segundo o autor, para pensarmos o ensino, devemos considerar os efeitos graves da hiperespecialização dos saberes e da incapacidade de articulá-los, pois isso nos impede de ver o global, assim como o essencial: “Ora, os problemas essenciais nunca são parciais, e os problemas globais são cada vez mais

⁴⁸ Esse texto de autoria de Edgar Morin, encontra-se na “Parte III – Educação e cidadania: Notas para um ‘Emílio’ Contemporâneo” no livro intitulado “**Edgar Morin: Ética, Cultura e Educação**”, o qual foi organizado por Alfredo Pena-Veja; Cleide R. S. de Almeida e Izabel Petraglia. Ed. Cortez, 4 ed. São Paulo, 2011.

essenciais” (p. 149). Nesse sentido, para a reforma do pensamento, Morin (2011a) apresenta, como elemento necessário, o “pensamento sistêmico”⁴⁹ (oposto ao pensamento simplificante).

Vivenciamos crises advindas de problemas que podem ser nomeados como “crise da totalidade” no plano do saber. Desse modo, devemos entender essas crises em seus múltiplos aspectos para propormos possíveis soluções. Precisamos criticar as “falsas totalidades” e isolarmos o subjetivismo pela autoanálise e autocrítica, mas estarmos conscientes da parcialidade dos nossos esforços. Assim, a consciência autocrítica é a forma moderna da dúvida científica e filosófica que resulta em inquietudes que devem ser a mola propulsora das nossas proposições para mudanças. (MORIN, 2011).

Morin (2011) reconhece como ponto de partida para o ensino o que ele chama de “programa interrogativo”⁵⁰. O modo de pensar complexo se faz pela integração do observador em sua observação, ou seja, em um processo de autoanálise e autocrítica, em que o “aprender” ocorre em meio à consideração de coisas e causas concomitantemente à junção e separação, análise e síntese.

Nesse processo, há de se considerar os objetos como sistemas abertos que se comunicam entre si e com o meio, ultrapassar a perspectiva da “causa-efeito” para aprender a causalidade mútua e as incertezas das causalidades, assim como compreender o desafio da complexidade que se impõe de todos os campos do conhecimento. Isso sinaliza como a visão das coisas depende menos das informações recebidas do que da forma como é estruturado o modo de pensar (MORIN, 2011).

De acordo com Morin (2013a), o ensino torna-se um grande desafio na atualidade, pois vivemos em uma época de saberes compartimentados e isolados uns dos outros; portanto, ele deve ser guiado por uma reforma do pensamento que tenha intenções/finalidades em situar os estudantes em seu contexto. Nesse sentido, o ensino educativo deve contribuir para a formação de uma cultura em que os estudantes possam articular, religar e contextualizar os conhecimentos, ou seja, compreender a complexidade do real, localizando o homem a partir da sua própria subjetividade e das inter-relações com tudo e com todos. Nas palavras do autor: “Mesmo o conhecimento mais sofisticado, se estiver totalmente isolado, deixa de ser pertinente” (p. 31).

A reforma do ensino e do pensamento proposta por Morin (2013a) não se propõe a suprimir as disciplinas, mas, sim, articulá-las. Para o autor, uma disciplina pode ser definida

⁴⁹ Sinônimo de “pensamento complexo”.

⁵⁰ Significa interrogar o indivíduo, descobrir sua tripla natureza: biológica, psicológica (individual), social (MORIN, 2011a, p. 152).

como “uma categoria que organiza o conhecimento científico e que institui, nesse conhecimento científico, a divisão e a especialização do trabalho, respondendo à diversidade de domínios que as ciências recobrem” (p. 39). Deve-se reconhecer que as disciplinas em função de sua linguagem e conceitos que lhe são próprios reforçam as fronteiras disciplinares que as isolam umas das outras. Isso evidencia o risco da “coisificação” do objeto estudado. Em outras palavras, as ligações do objeto estudado e suas relações com outros objetos abordados por outras disciplinas passam a ser negligenciados (MORIN, 2013a).

Morin também retoma a importância da interdisciplinaridade, multidisciplinaridade e transdisciplinaridade e as conceitua:

A interdisciplinaridade pode significar que diferentes disciplinas encontram-se reunidas como diferentes nações o fazem na ONU, sem, entretanto, poder fazer outra coisa senão afirmar cada uma seus próprios direitos e suas próprias soberanias em relação às exigências do vizinho. Ela pode também querer dizer troca e cooperação e, desse modo, transformar-se em algo orgânico. A polidisciplinaridade constitui uma associação em torno de um projeto ou de um objeto que lhes é comum. As disciplinas são chamadas para colaborar nele, assim como técnicos especialistas são convocados para resolver esse ou aquele problema [...]. A transdisciplinaridade se caracteriza geralmente por esquemas cognitivos que atravessam as disciplinas, por vezes com uma tal virulência que as coloca em transe (MORIN, 2013a, p. 51).

Segundo o autor, as noções-chave advindas dos complexos inter-multi-trans-disciplinaridade desempenharam um importante papel na história das ciências e são sintetizadas em: cooperação; objeto comum e projeto comum. Morin (2012; 2013a) reconhece que não devemos desconsiderar o conhecimento produzido pelas disciplinas e que não há como romper com todo o “fechamento”, no entanto há a necessidade de “ecologizá-las”. Isso significa “levar em conta tudo o que lhe é contextual, inclusive as condições culturais e sociais, ou seja, ver em que meio elas nascem, levantam problemas, ficam esclerosadas e transformam-se”. Há de se considerar “que uma disciplina seja, ao mesmo tempo, aberta e fechada” (MORIN, 2012a, p. 115).

No pensamento complexo, considera-se a comunicação entre três grandes domínios: a Física, a Biologia e a Antropossociologia. Morin (2013a) sugere que seja feita em circuito⁵¹, sendo que o primeiro movimento visa o enraizamento da esfera antropossocial na esfera biológica, e isso não implica nenhuma redução, como afirma: “Não se trata de reduzir o humano a interações físico-químicas, mas reconhecer os níveis de emergência dessas interações” (p. 57). Além disso, torna-se necessário operar o movimento inverso, em que a ciência física seja

⁵¹ Morin (2013) enfatiza que as condições para a formação desse circuito são apresentadas por meio de uma articulação teórica nos cinco volumes de “O método”. A missão desta pesquisa metodológica, de acordo com o autor, não é fornecer fórmulas pragmáticas, mas convidar a pensar a si mesmo na complexidade (p. 58-59).

enraizada na esfera social e a antropológica, pois todo o conhecimento depende das condições, dos limites e das possibilidades do nosso entendimento. Em suma, a ciência transdisciplinar pode se desenvolver a partir da comunicação entre esses domínios, “dado que o antropossocial remete ao biológico, que remete ao físico, que remete ao antropossocial” (p. 58).

Na obra “Os sete saberes necessários à Educação do futuro”⁵², Morin (2002b) enfatiza que a mesma não representa um tratado sobre o conjunto das disciplinas que deveriam ser ensinadas; o objetivo com a referida obra é única e exclusivamente expor os problemas centrais/fundamentais que permanecem totalmente ignorados ou esquecidos e que são necessários para se ensinar neste século.

Assim, Morin (2002b) expressa a necessidade em se tratar o conhecimento de modo inter-relacionado “educação-sociedade-cultura”, como explicita: “Há sete saberes⁵³ ‘fundamentais’ que a educação do futuro deveria tratar em toda sociedade e em toda cultura, sem exclusividade nem rejeição, segundo modelos e regras próprios a cada sociedade e a cada cultura” (p. 13).

Para Morin (2002b), “todo conhecimento comporta o risco e a ilusão” (p. 19), e há de se considerar o enfrentamento da educação acerca desse problema. Frente a isso, é preciso reconhecer que o conhecimento não é espelho das coisas ou do mundo externo; é fruto de uma tradução/reconstrução da linguagem e do pensamento, portanto está sujeito ao erro o que denota a subjetividade do conhecedor, pois advém de sua visão de mundo e de seus princípios de conhecimento. O autor nos adverte que há um eixo intelecto relacionado ao afeto, e que uma não pode sobrepor à outra, mas se animam para o desenvolvimento do conhecimento científico.

No que compete ao conhecimento científico, a educação deve dedicar-se, sobretudo, a identificar os erros mentais, intelectuais, a ilusão da razão e as cegueiras paradigmáticas, reconhecendo a racionalidade de forma autocrítica (MORIN, 2002b). Desse modo, Morin (2002b) evidencia que nossa mente permite distinguirmos o imaginário do real, o subjetivo do objeto, mas também é fonte de erros e ilusões, como também de verdades. Tende, inconscientemente, a selecionar e deformar o que lhe convém. Daí, decorrem-se os erros intelectuais, pois nossos sistemas de ideias (teorias, doutrinas e ideologias) também protegem os erros e as ilusões neles inscritos. Para tanto, é a atividade racional da mente que tem o efeito

⁵² Trata-se de uma obra encomendada pela UNESCO para que Edgar Morin pudesse discorrer sobre sua visão de educação do futuro. Nesse sentido, o autor desenvolve seu trabalho em sete capítulos, de modo a expor problemas centrais ou fundamentais que permanecem totalmente ignorados ou esquecidos necessários ao ensino (MORIN, 2002b).

⁵³ Para Morin (2002b) “Os sete saberes necessários à Educação do Futuro”, apresentados em formato de capítulos no referido livro, são: “As cegueiras do conhecimento: o erro e a ilusão”; “Os princípios do conhecimento pertinente”; “Ensinar a condição humana”; “Ensinar a identidade terrena”; “Enfrentar as incertezas”; “Ensinar a compreensão”; “A ética do gênero humano”.

de controle, que permite a distinção, e, portanto, é a melhor proteção contra o erro e a ilusão. Para Morin, “a verdadeira racionalidade, aberta por natureza, dialoga com o real que lhe resiste” (2002b, p. 23).

Além do mais, a educação também deve considerar que não se constata verdade e erro por meio somente da verificação empírica e pelas lógicas teóricas, é preciso considerar as zonas paradigmáticas (MORIN, 2002b). Para o autor, um paradigma pode ser definido como:

Promoção/seleção dos conceitos mestres da inteligibilidade. Assim, a Ordem, nas concepções deterministas, a Matéria, nas concepções materialistas, o Espírito, nas concepções espiritualistas, a Estrutura, nas concepções estruturalistas, são os conceitos-mestres selecionados/selecionadores, que excluem ou subordinam os conceitos que lhes são antinômicos (a desordem, o espírito, a matéria, o acontecimento). Desse modo, **o nível paradigmático é o do princípio de seleção das ideias que são integradas no discurso ou na teoria, ou postas de lado e rejeitadas** (MORIN, 2002b, p. 25, grifo nosso).

Como descrito nas palavras acima, Morin (2002b) reforça a nós o conceito de paradigma no sentido da seleção e operação lógica. Isso quer dizer que são designadas as categorias fundamentais da inteligibilidade e se opera o controle acerca de seu emprego; assim, “os indivíduos conhecem, pensam e agem segundo paradigmas inscritos culturalmente neles” (MORIN, 2002b, p. 25). Em outras palavras, o paradigma é quem promove relações primordiais que se constituem como axiomas (por ex. sujeito/objeto; finalidade/causalidade; sentimento/razão; existência/essência), determina conceitos e comanda discursos e/ou teorias. Portanto, a verdade e o erro estão no seio de um paradigma, que, ao mesmo tempo que elucida, também cega. É preciso situar o conhecimento de forma a desvelar as verdades absolutas que, por conseguinte, geram coersão ao pensamento crítico-reflexivo.

No intento de articular e organizar os conhecimentos e reconhecer os problemas do mundo, Morin (2002b) admite que “a educação deve promover a ‘inteligência geral’⁵⁴ apta a referir-se ao complexo, ao contexto, de modo multidimensional e dentro da concepção global” (p. 39). Assim, para que o conhecimento seja de fato pertinente às problemáticas globais e locais, há a necessidade de tornar evidente: a) **o contexto:** por situar as informações e os dados em seu contexto para que adquiram sentido; b) **o global:** compreendido como sendo mais que o contexto. É o conjunto das diversas partes ligadas a ele de modo inter-retroativo ou organizacional; c) **o multidimensional:** o ser humano e a sociedade são unidades complexas e, portanto, multidimensionais, ou seja, o ser humano é, ao mesmo tempo, biológico, psíquico,

⁵⁴ Para Morin, a inteligência geral é concebida pela utilização dos conhecimentos existentes para superar as antinomias decorrentes do progresso nos conhecimentos especializados e identificar a falsa racionalidade (2002, p. 40).

social, afetivo e racional. No caso da sociedade, ela comporta as dimensões histórica, econômica, sociológica, religiosa etc.; d) **o complexo**: reconhece que há interdependência, interação e inter-retroação entre o objeto de conhecimento e seu contexto. Portanto, um conhecimento pertinente deve enfrentar a complexidade que é a união entre a unidade e a multiplicidade (MORIN, 2002b).

Cabe ainda à educação reconhecer/enfrentar as incertezas, pois, como já mencionado, as ideias e teorias não refletem, mas traduzem a realidade, e, por ser tradução, deve ser interpretada. Nas descrições de Morin (2002b), “é preciso aprender a enfrentar a incerteza, já que vivemos em uma época de mudança, onde os valores são ambivalentes, em que tudo é ligado. É por isso que a educação do futuro deve se voltar para as incertezas ligadas ao conhecimento” (p. 84). Essas incertezas, de acordo com o autor, estão presentes no campo “cérebro-mental”: decorrente da tradução/reconstrução própria a todo conhecimento; “lógico”: não há verdade absoluta; “racional”: a racionalidade deve permanentemente ser pautada na autocrítica vigilante; “psicológico”: diante da impossibilidade de ser totalmente consciente.

O que Morin (2002b) adverte-nos sobre a incerteza além do que foi apresentado está também no campo da ação. Não há modelos a serem seguidos, mas há princípios de orientação para a ação. Nesse sentido, podemos dizer que o pensamento complexo ajuda-nos a reconhecer a inter-relação entre os fenômenos e que, dessas relações, emergem situações e necessidades as quais imperam por novos olhares, ou seja, abordagens que considerem as incertezas e essas interações, o que pressupõe a interpretação das relações incorporando a imprevisibilidade dos sistemas sócio naturais.

Já dizia Morin (2012a) ao citar Montaigne: “Mais vale uma cabeça bem-feita que bem cheia” (p. 21), e esclarece que uma cabeça bem-feita, ao invés de acumular o saber, deve ter aptidão geral para colocar e tratar os problemas. Essa aptidão deve ser favorecida pelo âmbito da educação, pois, quanto mais desenvolvida, tende a promover a inteligência geral favorecendo a capacidade de localizar e tratar os problemas. Além disso, a cabeça bem-feita dispõe de “princípios organizadores”⁵⁵ que permitem ligar os saberes e lhes dar sentido. Tais princípios contribuem para uma organização/reflexão/ação acerca do conhecimento, situando-o de forma inseparável com seu meio ambiente (cultural, social, econômico, político e natural) (MORIN, 2012a).

Diante do exposto, reconhecemos, nas considerações de Morin (2002b; 2011a; 2012a; 2013a) sobre o pensamento complexo e o ensino educativo, importantes elementos que guiam

⁵⁵ Os princípios já mencionados nesse capítulo são: 1) sistêmico/organizacional; 2) hologramático; 3) circuito retroativo e circuito recursivo; 4) auto-eco-organização; 5) dialógico.

nossas compreensões acerca das QSC na formação de cidadãos. Cabe evidenciar que esses elementos estão imbricados na importância de uma consciência autocrítica que introduz a necessidade de um programa interrogativo, elencando aspectos científicos e filosóficos; a interpretação de objetos abertos, que se comunicam entre si e com o meio; a ecologização das disciplinas que, por seus conhecimentos especializados, quando contextualizados, promovem a construção da inteligência geral por meio da relação “educação-sociedade-cultura”.

Assim, no capítulo que se segue, cabe a nós, neste momento, apresentar as nossas objetivações frente à complexificação das QSC. Em outras palavras, evidenciar, por meio do pensamento complexo, possibilidades, caminhos para a abordagem das QSC. Essa intenção está baseada em três motivos principais: 1) pela nossa concepção de ensino: por entendermos que as interações estabelecidas pelos elementos epistêmico-pedagógicos de uma QSC, quando contextualizados, evidenciam questões emergentes com vistas à formação crítico-reflexiva dos estudantes; 2) pela própria natureza das QSC decorrente das controvérsias científico-sociais que envolvem diferentes âmbitos sociais, como também questões culturais e carregadas de valores éticos e morais; 3) Porque as QSC são consideradas importantes propulsoras para a formação de cidadãos conscientes na tomada de decisão, ou seja, pela promoção da ação sociopolítica.

4 COMPLEXIFICAÇÃO DAS QSC

Como observado no capítulo anterior, as conceituações advindas da teoria dos sistemas, da cibernética e da informação e as críticas ao “pensamento simplificador” foram pressupostos teóricos para a formulação do que Edgar Morin chamou de “pensamento complexo”. O sistema, de acordo com Morin (2011a), é a associação combinatória de elementos diferentes. Nesse sentido, todos os organismos vivos, a sociedade, as células e moléculas podem ser compreendidos como sistemas. São estruturas integradas, organizadas e, portanto, sistêmicas, consideradas como “o todo” e também “as partes” de “todos maiores” em função de níveis superiores de complexidade.

Edgar Morin propõe que situemos o conhecimento como subjetivação do próprio conhecimento e, por isso, evoca a reflexão, a contextualização e as relações entre sujeito pensante e objeto pensado, entre a Ciência e a Filosofia. Desse modo, há a necessidade de uma “reforma do pensamento”, e isso nos remete à compreensão dos sistemas pelas relações que promovem organização e também pela ordem/desordem em um processo contínuo, o que resulta na “ordem-desordem-organização”.

A partir do entendimento de que uma QSC seja um objeto de estudo no campo do Ensino de Ciências, projetamos o olhar da complexidade para a sua compreensão e abordagem em duas dimensões do ensino educativo: a dimensão epistêmica, que se propõe a evidenciar as características conceituais das QSC, e a dimensão didático-pedagógica, de modo que seja necessário pensar sobre a primeira, em seus múltiplos aspectos, para uma ação consciente que se fundamenta na segunda, pela objetividade formativa de cidadãos.

No que compete à dimensão epistêmica, entendemos como aquela que fundamenta teoricamente/conceitualmente as especificidades de uma QSC e também as localiza nas esferas da ciência, tecnologia e da sociedade, sendo que essas se inter-relacionam e envolvem necessariamente discussões sobre essas relações. Em outras palavras, por meio da dimensão epistêmica, temos o objetivo de evidenciar a natureza das QSC de modo a identificar elementos epistêmicos que possam caracterizá-las em uma perspectiva geral e, ao mesmo tempo, localizá-las em uma perspectiva contextual em função da sua multidisciplinaridade.

Assim, objetivamos, a partir da fundamentação dos elementos epistêmicos das QSC, sinalizar princípios orientadores para a abordagem das QSC com vistas ao pensamento complexo. Trata-se da elaboração de um quadro teórico-estratégico que evidencie a dinâmica

das relações, o intercâmbio e as articulações disciplinares, o contexto sócio-histórico-político-econômico-cultural-valorativo, localizando o conhecimento a partir de seu caráter multidimensional. A partir de então, apresentar uma discussão com base nos operadores orgânicos do pensamento complexo, que chamamos de elementos epistêmicos teórico-estratégicos das QSC.

4.1 A intenção da complexificação das QSC

Pensar na dimensão epistêmica das QSC faz-nos reconhecer a complexidade que lhe é inerente, a qual decorre de suas associações inevitáveis com diversos âmbitos sociais e também com a ciência e que expressa a tensão entre pessoalidade e objetivo social. Em um primeiro olhar, percebemos a complexidade nas interpretações dos fatos, que, por sua vez, estão calcadas na visão de mundo, nas crenças e nos valores éticos e morais. Também envolve o conhecimento científico no qual se vale de verdades tidas como absolutas e que também está relacionado com o âmbito econômico e político; portanto, deve ser sempre localizado e questionado.

Discussões que envolvem QSC promovem a exposição de relações e posicionamentos controversos. Expressam comunicações e contradições entre os âmbitos científico, econômico (por ex.: via indústrias alimentícias, farmacêuticas, insumos agrícolas, entre outros) e ecológico (relação do homem com o meio ambiente), que geram impactos e efeitos locais e globais. Trata-se de uma rede de relações controversas que produzem, a todo momento, respostas, sejam elas relacionadas à degradação ambiental, à vida, à saúde, dentre outras. Essas respostas se voltam, como em um circuito, aos âmbitos relacionados e, por sua vez, geram interferências nos mecanismos de funcionamento do sistema geral, ou seja, na sociedade, que é a representação de todas essas contradições. Podemos dizer, ainda, que essas contradições são necessárias para a manutenção do sistema retroalimentado constantemente pelas contradições.

Em um olhar sistêmico, percebemos as QSC como expressões emergentes que advêm justamente dessas relações conflituosas (CTS), das crises, da busca por respostas frente às problemáticas. As propriedades emergentes “embebem o todo e retroagem sobre as partes enquanto partes (MORIN, 2005, p. 137). Isso significa que as propriedades emergentes advindas das relações entre os elementos próprios do meio ecológico, bem como das suas relações com a natureza das QSC, produzem fatos que retroagem sobre os mesmos, gerando o que chamamos de controvérsias. Em outras palavras, como afirma Morin (2005), a emergência é produto final e também portadora das virtudes reprodutoras, retroativamente “produzem e reproduzem o que produziu”.

As QSC, a partir do princípio sistêmico, representam as interações entre elementos, de modo que, a partir da diversidade de opiniões oriundas destes, podemos inferir que se inter-relacionam e produzem ideias gerais e, ao mesmo tempo, específicas, que se organizam e desencadeiam compreensões sobre determinada problemática. Essa organização, de acordo com Morin (2005), é justamente o encadeamento de relações entre componentes que produzem uma unidade complexa ou um sistema. Nesse sentido, podemos situar as QSC em um sistema social-científico-tecnológico de relações conflituosas que geram perturbações e que, por isso, são consideradas polêmicas.

No propósito de entender a organização do sistema, Morin (2005) apresenta-nos uma associação. Para o autor: “toda inter-relação dotada de alguma estabilidade ou regularidade adquire caráter organizacional e produz um sistema. Há, portanto, uma reciprocidade circular entre esses três termos: inter-relação, organização e sistema” (p.134). Desse modo, as inter-relações remetem aos tipos e às formas de ligação entre elementos e o Todo; o sistema remete à unidade complexa do Todo inter-relacionado, às características e propriedades dos fenômenos; a organização remete à disposição das partes de dentro, em e por um Todo (MORIN, 2005).

Isso denota que as QSC, em sua perspectiva sistêmica complexa, precisam ser compreendidas por meio de seus elementos e das inter-relações estabelecidas entre eles e também como essas relações refletem no sistema geral. Trata-se de elucidar o que confere às QSC o seu *status* conceitual, ou seja, que elementos consubstanciam a sua natureza e como as relações são estabelecidas de modo que cada um desses elementos reflita as características gerais e, ao mesmo tempo, as especificidades que fazem parte do que chamamos de QSC.

O esforço para compreender o real deve estar na nossa maneira de perceber e pensar de forma organizacional o que nos cerca, portanto o sistema se apresenta como unidade complexa, visto como um paradoxo, que, a partir do Todo, apresenta homegeneidade e, a partir dos constituintes, diverso e heterogêneo. É preciso compreender as características da unidade complexa, que dispõem de qualidades próprias, mas devem ser organizadas em conjunto, de modo complementar antagônico, as noções de todo e de partes (MORIN, 2005).

Entendemos que analisar a natureza das QSC pode indicar-nos caminhos, potencialidades de ação mais coerentes frente aos nossos objetivos de ensino. No entanto, como definir a natureza de um objeto de estudo? Como identificá-la? Existem princípios que nos orientam para a análise da natureza de um determinado objeto? Caberia analisar a natureza de um objeto a partir de suas próprias justificações? Ou a natureza é assim conceituada em função dos

elementos que a compõem? Esses questionamentos levam-nos a pensar sobre a natureza das QSC e, nesse sentido, questionarmos quais elementos compõem a natureza das QSC.

Desse modo, a seguir, apresentamos nossas compreensões sobre o que consideramos como elementos constituintes da natureza de uma QSC. A evidenciação desses elementos partiu inicialmente da caracterização das conceituações que encontramos na revisão de trabalhos relacionados às controvérsias sociocientíficas, para, em seguida, delimitarmos/caracterizarmos os elementos conceituais da natureza de uma QSC.

4.2 A Natureza das QSC

QSC são aquelas que apresentam dilemas sociais com ligações conceituais, processuais ou tecnológicas com a ciência; são problemas discutíveis sujeitos a múltiplas perspectivas e soluções e envolvem juízos de valor (ver, por exemplo, SADLER, 2004; SADLER e ZEIDLER, 2005; REIS, 2009; REIS; GALVÃO, 2005; MENDES, 2012). Sadler e Zeidler (2004) explicitam que as QSC podem ser analisadas segundo diferentes perspectivas, não conduzem a conclusões simples e frequentemente envolvem as dimensões moral e ética. Para Reis (2013), propostas científicas e tecnológicas que desencadeiam reações na sociedade constituem controvérsias sociocientíficas complexas, tornando necessários uma análise e um reconhecimento explícito das injustiças sociais e da consequente importância da ação sociopolítica.

Para Simonneaux (2008), trabalhar com as QSC em sala de aula, além da abordagem dos conteúdos específicos, possibilita contemplar dimensões sociais e valorativas por serem controversas, o que oferece oportunidades para evidenciar diferentes pontos de vista e para engajar os educandos por meio da argumentação. Por outro lado, também são temas de natureza interdisciplinar e exige que os educandos se valham de conhecimentos de diferentes domínios. Além das dimensões social e de valores, a autora apoia-se em Dolz e Schneuwly⁵⁶ e evidencia mais quatro dimensões que não são necessariamente específicas de atividades que envolvem debates sociocientíficos: a) psicológica relacionada à motivação; b) cognitiva; c) social relacionada aos aspectos éticos e d) pedagógica.

De acordo com Ratcliffe e Grace (2003), explorar a natureza das QSC evidencia múltiplas razões para incluí-las nos currículos para o Ensino de Ciências. Os autores consideram as QSC potenciais para as discussões acerca dos impactos da ciência na sociedade e vice-versa, pois, por sua natureza: a) possuem base científica e evidenciam os limites do conhecimento

⁵⁶ DOLZ, J.; SCHNEUWLY, B. *Pour un enseignement de l'oral*. Paris, ESF, 1998.

científico; b) envolvem opiniões diferentes e levam a escolhas tanto de nível pessoal quanto social; c) são relatadas frequentemente pela mídia, e sua apresentação é influenciada pela compreensão do relator; d) apresentam informações incompletas devido a evidências científicas conflitantes/incompletas; e) abordam dimensões de ordem local, nacional e global, com estruturas políticas e sociais concomitantes; f) envolve análises relacionadas a custo-benefício, em que riscos interagem com valores; g) muitas consideram a sustentabilidade; h) envolvem raciocínio ético e de valores; h) podem requerer algum entendimento da possibilidade de risco; i) são temas cotidianos (RATCLIFFE; GRACE, 2003, tradução nossa).

Como observamos nas descrições anteriores, Ratcliffe e Grace (2003) explicitam diversas razões acerca da importância em inserir as QSC no currículo das escolas. Nesse sentido, os autores apresentam “*The nature of socio-scientific issues*” (A natureza das QSC) para justificar a abordagem dessas questões no que diz respeito à Educação Científica que visa uma formação cidadã. No entanto, ocorre-nos que a natureza de uma questão pode vir a admitir o reconhecimento além de suas justificativas. Caberia um aprofundamento conceitual para o reconhecimento das relações e inter-relações dos elementos que compõem a natureza de um determinado objeto.

Assim, neste momento, elucidaremos os elementos predominantes que compõem a natureza das QSC para, em um segundo momento do nosso estudo, direcionarmos nossas compreensões de modo a evidenciar as relações e inter-relações desses elementos na configuração dessa natureza a partir de sua complexificação⁵⁷. Dessa forma, partimos da caracterização nominal do que consideramos ser uma QSC. Isso se deve principalmente à diversidade de nomenclaturas que encontramos durante análise das pesquisas sobre as controvérsias sociocientíficas. Em seguida, são tecidas considerações acerca dos elementos da natureza das QSC para justificarmos sua base epistêmica.

4.2.1 Diferentes nomenclaturas, mesmas definições?

Observamos na literatura das pesquisas no Ensino de Ciências uma diversidade de expressões nominais que nos fizeram questionar se possuem os mesmos conceitos quando relacionadas à abordagem de temas que se propõem a discutir controvérsias relacionadas à ciência e tecnologia. É certo que a caracterização nominal não tem a pretensão de limitar em uma única nomenclatura a diversidade de objetivos investigativos nos quais essas temáticas têm

⁵⁷ Utilizamos o termo “complexificação” para expressar nossa proposição de compreensão conceitual das QSC a partir da relação de seus elementos por meio dos operadores orgânicos do pensamento complexo de Edgar Morin.

consubstanciado o campo de investigação das controvérsias sociocientíficas o Ensino de Ciências. Cabe apenas tecer alguns comentários sobre a utilização de nomenclaturas que, de fato, apresentem as intencionalidades da abordagem de QSC.

Desse modo, as expressões mais recorrentes que identificamos foram: a) aspectos sociocientíficos; b) discussões sociocientíficas; c) questões sociocientíficas; c) temas polêmicos; d) controvérsias sociocientíficas; f) questões sociocientíficas controversas.

O termo “aspectos sociocientíficos” está diretamente relacionado aos aspectos imbricados no enfoque das inter-relações CTS. Esses aspectos são: históricos, políticos, econômicos, culturais, ambientais, éticos e morais, entre outros. São eles que evidenciam as relações e inter-relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente em busca de uma abordagem contextualizada. No contexto brasileiro, podemos inferir que a pesquisa de doutoramento de Santos (2002) apresenta contribuições no que diz respeito à Educação CTS e à ênfase dos aspectos sociocientíficos no currículo de Ciências para abordagem de temas sociais.

O autor apresenta os aspectos sociocientíficos⁵⁸ como mediadores para discussão de questões relativas à ciência e tecnologia, como descrito a seguir:

A mediação das questões relativas à ciência e tecnologia, nesse sentido, poderia ser desenvolvida a partir do que estamos denominando de ASC, ou seja, de questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e tecnologia. A abordagem desses aspectos no currículo de Ciências teria o papel de contribuir para o letramento científico e tecnológico na perspectiva humanística (SANTOS, 2002, p. 48, grifo nosso).

Como observamos, os aspectos sociocientíficos são suscitados quando há uma proposição das inter-relações CTS. Nesse sentido, cabe nos atentarmos para uma sutil diferença quando utilizamos o termo “aspectos sociocientíficos” em relação ao que estamos chamando de “QSC”. Podemos dizer que essa diferença reside na compreensão dos aspectos sociocientíficos como propulsores para discussões críticas que envolvam as inter-relações CTS e, portanto, também são evidenciados em uma QSC. Em outras palavras, os aspectos sociocientíficos são elementos direcionadores em discussões de questões ou temáticas sociais que envolvam a ciência e tecnologia. No que compete às QSC, os aspectos sociocientíficos predominantemente característicos são os valores ético e moral e a controvérsia em função das mesmas envolverem decisões de ordem pessoal e social.

Na mesma intenção em se compreender nominalmente e conceitualmente, evidenciamos também as “discussões sociocientíficas” e as “questões sociocientíficas”. Esses termos representam conceitualmente a natureza de uma QSC? O termo “sociocientífico” denota a

⁵⁸ Santos (2002) utiliza a sigla “ASC” para o termo “aspectos sociocientíficos”.

objetividade em se discutir as relações social e científica. Obviamente, essas discussões envolvem os aspectos sociocientíficos. Vejamos o que Mendes (2012) considerou em sua pesquisa de doutoramento como uma “discussão sociocientífica”: “Entendemos, ainda, que essas discussões **carregam em si a potencialidade de articulação entre a dimensão social e científica**, pois versam sobre temas ou questões que possuem uma vertente científica ou tecnológica agregada à outra, de natureza social [...]” (MENDES, 2012, p. 25, grifo nosso). Isso evidencia o reconhecimento das “discussões sociocientíficas” na relação do âmbito social e científico.

Com relação à pesquisa de doutoramento de Sá (2010), evidenciamos que a autora trabalhou com a elaboração de estudos de caso. Esses estudos foram utilizados como potenciais para o desenvolvimento da argumentação a partir da necessidade de tomada de decisão. As argumentações foram provenientes, segundo a autora, de “discussões de aspectos sociocientíficos”. Vejamos o que ela descreve sobre os estudos de caso e os aspectos sociocientíficos:

Os casos foram inspirados em pesquisas recentes publicadas na Revista *Pesquisa FAPESP* e elaborados de tal modo que apresentassem em seu contexto **questões de caráter sociocientífico. Ou seja, tais questões deveriam envolver a consideração de aspectos ambientais, sociais, científicos, econômicos e/ou éticos na sua análise e resolução** (SÁ, 2010, p. 92, grifo nosso).

Os estudos de caso elaborados durante a pesquisa de Sá (2010) podem ser caracterizados como “problemas com enfoque nos aspectos sociocientíficos” (p. 73), como mencionado pela própria autora. Nesse sentido, verificamos que os casos analisados envolvem os aspectos sociocientíficos que a mesma identificou como “natureza dos critérios” considerados no processo de resolução dos casos, que são: ambiental, científica, econômica, ética e social.

Partimos do pressuposto de que os aspectos históricos, políticos, econômicos, culturais, éticos, morais, religiosos e outros (assim conceituados, pois estão relacionados às discussões sobre a relação entre o âmbito científico-tecnológico e social) estão imbricados em discussões acerca das inter-relações CTS. Entendemos que a discussão que busca abordar os aspectos sociocientíficos em sua profundidade tende a contribuir com compreensões críticas que estejam engajadas na análise das relações existentes entre as dimensões científico-tecnológica e social.

Vejamos, na Figura 8 que se segue, uma proposição esquemática que visa evidenciar os eixos que conduzem a uma interpretação sobre as relações entre a dimensão científico-tecnológica e a dimensão social, como também busca expressar a localização das QSC nessa relação por meio da abordagem dos aspectos sociocientíficos.

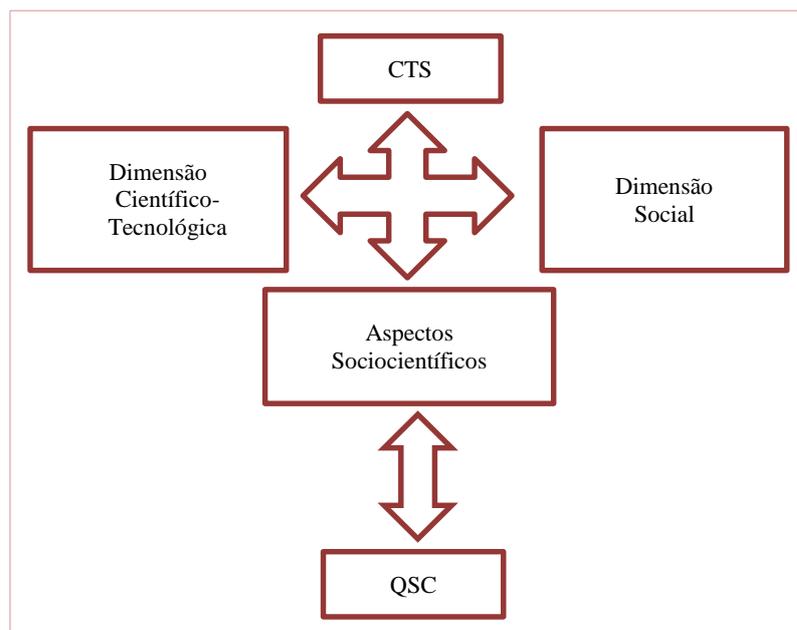


Figura 8. Inter-relações CTS e a localidade das QSC via ASC

Fonte: Elaboração da autora.

Em relação ao termo “temas polêmicos”, sinalizamos que os mesmos são mais recorrentes nas pesquisas as quais se referem a temas que estão em voga na mídia e que estão relacionados, principalmente, a interpretações as quais colocam em discussão conhecimentos científicos e religiosos, ou seja, os valores. Esses temas, geralmente, são oriundos das pesquisas de cunho biológico; no caso, aquelas que retratam discussões sobre “aborto”, “bebês de proveta”, “células tronco”, “clonagem”, “transgênicos” e também daquelas que envolvem análise da relação do homem com o meio ambiente: “aquecimento global” e “desmatamento para plantação de monoculturas”.

Os temas polêmicos, quando envolvem a análise dos aspectos sociocientíficos, estão conceitualmente alinhados ao conceito de QSC. Porém, nem todo trabalho que se intitula “tema polêmico” envolve aspectos de cunho científico-tecnológico. Um tema polêmico pode estar relacionado ao racismo, à sexualidade, religião, etnia, dentre outros que são controversos, mas não se caracterizam pela natureza sociocientífica. Isso nos assegura dizer que um elemento que consubstancia a natureza de uma QSC é o elemento sociocientífico.

Também evidenciamos os termos “controvérsias sociocientíficas” e “questões sociocientíficas controversas”. A palavra inglesa *issue* não significa apenas tema/questão mas, inerentemente assume a dimensão de controvérsia, ou seja, a algo que relativamente não exista consenso. O que evidenciamos é que os termos possuem em comum a palavra “controvérsia”, o que reforça que são trabalhos os quais dizem respeito à abordagem de diferentes âmbitos

interpretativos sobre um determinado assunto. Nesse sentido, no tópico que se segue, versaremos considerações sobre as controvérsias e as QSC. No entanto, cabe mencionar que conceitualmente os termos expressam a natureza das QSC, em suma, pela justificação da controvérsia e pelos aspectos sociocientíficos.

No presente trabalho, utilizamos o termo “questões sociocientíficas – QSC” por identificarmos que os mesmos expressam nominalmente e conceitualmente a natureza do que chamamos de QSC justamente pela controvérsia estabelecida entre os âmbitos científico-tecnológico e social.

4.2.2 As controvérsias e as QSC

Sobre as controvérsias, como podemos definir que um assunto seja controverso? Segundo Rudduck (1986, *apud* Reis, 2004), “uma questão é definida como controversa se as pessoas encontram-se divididas sobre ela e se envolve juízos de valor que impossibilitam a sua resolução apenas através da análise das evidências ou da experiência” (p. 8). No entanto, o termo “controvérsia” assume conotações diferenciadas em função do contexto no qual está sendo veiculado, ou seja, em discussões internas da produção do conhecimento científico, ou no campo político e social, mesmo admitindo que a primeira também sofra interferências dessa segunda.

Como percebemos nas descrições anteriores, podemos afirmar que a controvérsia é um princípio característico das QSC, ou seja, não há o que se questionar se não há controvérsias. No entanto, como afirma Reis (2004), apesar de as controvérsias estarem presentes em várias áreas do conhecimento (por ex.: na ciência, na história, na arte, na economia, na política, na teologia), os seus conteúdos ou a sua natureza controversa nem sempre são expressos no currículo acadêmico. Desse modo, é importante conceituarmos em que âmbito situa-se uma controvérsia quando nos propomos a realizar discussões que envolvem as QSC no Ensino de Ciências (Biologia, Química e Física).

Se pensarmos na produção do conhecimento científico, poderíamos afirmar que a ciência constitui-se pela controvérsia? Sobre a ordem interna do funcionamento de uma atividade científica, apesar de ter sido bastante questionado sobre suas proposições acerca dos conceitos de paradigma⁵⁹ e ciência normal, Kuhn (2006 [1962]) evidenciou a influência dos aspectos

⁵⁹ De acordo com Kuhn (2006), a ciência evolui por meio de paradigmas. Nesse sentido, “paradigmas são as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (KUHN, 2006, p.13). Desse modo, os paradigmas são compreendidos como modelos, ou até mesmo representações de mundo, constituem-se como uma rede de compromissos ou adesões, conceituais, teóricas, metodológicas e instrumentais compartilhados, sendo a ciência normal resultante do paradigma.

sócio-históricos na constituição da ciência em detrimento da verificação e refutação. O autor explicita que as realizações científicas acabam por constituir um paradigma que nos indica períodos de uma “ciência normal”. Assim, apoiados no referido autor, podemos dizer que essa “ciência normal” é compreendida como uma prática científica que está sustentada por um consenso, ou seja, um tipo de acordo, ou até mesmo de adesões teóricas e metodológicas advindas da comunidade científica sobre uma determinada teoria.

Para Kuhn (2006), o avanço do conhecimento científico é um processo desencadeado por meio de crises que apontam para duas possibilidades, a saber: a) dentro do paradigma para sua resolução, ou não, e b) emergência de novos paradigmas e subsequente revolução científica. A partir dessas descrições, propomos uma reflexão sobre o processo de crise, desencadeado pelas controvérsias, que, no caso, caracteriza as QSC em meio à relação entre os âmbitos científico-tecnológico e social.

Pela natureza do conhecimento científico, faz parte o debate na comunidade científica para validar esse conhecimento, e isso denota o consenso e também a controvérsia. Entendemos que os momentos de crise sejam fundamentados justamente pelas controvérsias, ou seja, por questionamentos decorrentes de diferentes visões ou interpretações de um dado conhecimento. Desse modo, podemos pensar que as QSC são aquelas que, em determinado momento histórico, sejam evocadas por um debate advindo de questionamentos de vários âmbitos da sociedade acerca do conhecimento científico-tecnológico. Em outras palavras, podemos dizer que se tratam de controvérsias as quais promovem debate na comunidade científica suscitado pela comunidade social. Assim, estabelece-se as inter-relações CTS.

No entanto, reiteramos que nem toda controvérsia é de cunho sociocientífico e, portanto, nem toda controvérsia pode ser considerada uma QSC. Há controvérsias fundamentalmente científicas, que não provocam um debate no “âmbito social”, ou seja, são controvérsias estritas à comunidade interna da ciência e não apresentam “elementos conflitantes” relacionados ao âmbito social. Além disso, há controvérsias fundamentalmente sociais, advindas do multiculturalismo e da diversidade, que também podem buscar reconhecimento no campo da ciência para se promover reflexões sobre valores.

Cabe ressaltar que ambas as controvérsias admitem a relação entre os âmbitos científico-tecnológico e social, mas isso não sinaliza o desencadeamento de debates e, portanto, de novas proposições conceituais no âmbito da ciência.

Denominamos “controvérsias fundamentalmente científicas”, como mencionado, aquelas internas à comunidade científica. São controvérsias de cunho técnico e metodológico acerca da elaboração de um determinado conceito ou uma teoria, que podem vir a estabelecer relações

com o âmbito social. Também são consideradas como diferentes correntes teóricas que discutem um mesmo objeto de estudo. Sobre as controvérsias científicas, Reis (2009) afirma que a história da ciência é marcada pelas controvérsias entre diferentes grupos de cientistas e afirma ainda que:

[...] Cada um dos grupos tenta produzir argumentos que aumentem a credibilidade da sua própria teoria e diminuam a credibilidade da teoria dos seus oponentes. Procuram, assim, as menores evidências que possam contrariar as hipóteses das quais discordam. Porém, é no meio dessas controvérsias científicas – internas e restritas à comunidade científica – que emerge o conhecimento organizado característico da ciência (REIS, 2009, p. 10).

As controvérsias fundamentalmente sociais são aquelas de cunho essencialmente valorativo, nas quais as argumentações partem de grupos sociais específicos e envolvem valores éticos, morais, religiosos, culturais, políticos, mas nem sempre se reconhece relações com a dimensão científico-tecnológica. Assim, destacamos algumas controvérsias fundamentalmente sociais, como: o movimento negro (por ex.: pode suscitar discussões científicas relacionadas à cor da pele); movimento LGBT – Lésbicas, Gays, Bissexuais, Travestis, Transexuais e Transgêneros (por ex.: pode suscitar discussões científicas sobre identidade e gênero) e movimentos religiosos (por ex.: proibição da transfusão sanguínea).

Quando propomos as discussões controversas a partir da relação entre as dimensões “científico-tecnológica e social”, que reconhece as inter-relações CTS, reconhecemos a não neutralidade da ciência. No entanto, há de se considerar que o conhecimento científico também pode contribuir para uma reflexão acerca dos valores. Cabe evidenciarmos que o saber científico busca reafirmar-se em todo tempo em nossa sociedade, ou seja, busca ser hegemônico. De acordo com Morin e Moigne (2000), “a ciência tornou-se um fenômeno central; o conhecimento científico estimulou o desenvolvimento técnico, o qual evidentemente reestimulou o conhecimento científico [...]” (p. 33). Em outras palavras, como pensar uma sociedade em que a ciência é um meio de afirmação, ou até mesmo de reafirmação de si mesma para a sociedade?

Como afirma Reis (1999), a questão passa a ser controversa quando a sociedade em geral toma conhecimento sobre os riscos das ações, sejam elas governamentais ou científicas, e passa a fazer significado para um grande número de pessoas que se encontram divididas entre os juízos de valores, dados empíricos ou as vivências. Portanto, compreendemos que as QSC, por sua natureza, envolvem necessariamente controvérsias em que os valores são desencadeados pelo âmbito social relacionado ao âmbito científico-tecnológico. Isso quer dizer que

controvérsias sociocientíficas são aquelas que mobilizam a sociedade/ou seguimentos desta causadas pelas pesquisas desenvolvidas no âmbito científico.

Se pensarmos no âmbito da escola, inicialmente nos questionamos: que tipo de ciência ensinamos na escola? Esse é um questionamento que implica pensarmos que o conhecimento científico veiculado no contexto da escola passa por transposições didáticas e está relacionado à compreensão da natureza da ciência e, portanto, da história e filosofia da ciência. Nesse sentido, envolve a interpretação de ciência do professor, que abordará um determinado conteúdo programático do currículo.

Lidar com a controvérsia no Ensino de Ciências é um dos componentes importantes para se evitar a veiculação de visões distorcidas que consideram a ciência como a-problemática e livre de valores (CACHAPUZ *et al.*, 2000).

De acordo com Reis (1999; 2004; 2008), muitos professores reconhecem as controvérsias presentes no âmbito da ciência tanto com relação às disputas acadêmicas, em função das diferentes propostas explicativas sobre um mesmo fenômeno, quanto do âmbito sociocientífico, sobre as relações CTS. Contudo, o autor ressalta que os professores recorrem pouco à controvérsia como forma de promover o desenvolvimento de capacidades e atitudes consideradas importantes para a cidadania.

Com relação a esse fato, Reis (1999) afirma que uma das dificuldades relacionadas à não abordagem das controvérsias em sala de aula está na insegurança dos professores, que temem perder o controle das discussões, pois grupos distintos de alunos compõem uma sala de aula, com crenças e valores variados, fatos que podem intensificar os debates, fugindo do assunto abordado.

Como vimos nos parágrafos anteriores, no campo das QSC, as controvérsias podem ser interpretadas como representantes das diferentes visões acerca das inter-relações CTS que dividem a sociedade quando de suas interpretações, ou decisões, e até mesmo de proposição de soluções. São interpretações baseadas em crenças, compreensões e valores que geram questionamentos direcionados ao âmbito científico-tecnológico. Além disso, ao considerarmos as controvérsias sociocientíficas a partir de um olhar complexo, nós as caracterizamos como expressões que mantêm as contradições no seio conceitual das QSC, onde residem as partes (elementos) que, por suas especificidades conceituais, são antagônicas entre si e também complementares, quando compreendidas em um “todo conceitual”.

Pensar nas controvérsias nos leva ao reconhecimento das contradições. Para Morin, a contradição não deve ser superada, pelo contrário, cabe reconhecê-la como um elemento permanente. Assim, a dialógica é o princípio que reconhece essas contradições, admitindo a

complementariedade dos fenômenos. A dialógica apresenta caráter dinâmico e se expressa em um processo recursivo, de modo a transformar os termos que a compõem. Trata-se da associação complementar, convergente e antagônica ao mesmo tempo (MORIN, 2005).

Retomando as QSC como uma unidade múltipla, podemos inferir que as controvérsias residem nas interpretações das pessoas sobre uma determinada QSC e que o princípio dialógico se expressa nas distinções entre os elementos que compõem a natureza das QSC em uma perspectiva complementar. Afinal, cada elemento se inter-relaciona com os aspectos sociais, econômicos, políticos, culturais, éticos e morais por meio da via CTS. Isso mostra que as QSC são controversas no âmbito interpretativo/explicativo (pois envolvem juízos de valor e não apresentam uma resposta) e que seus elementos conceituais são complementares no âmbito conceitual.

Desse modo, as controvérsias e a complementariedade são vistas como importantes princípios para a análise conceitual de uma QSC, em um processo recursivo: estudo das especificidades dos elementos conceituais (partes) das QSC – interpretação das suas relações (situando a complementariedade e controvérsia) –, revitalização interpretativa que se volta às especificidades dos elementos conceituais. Trata-se, como afirma Morin (2005), de associar elementos que, em um primeiro momento, apresentam-se contraditórios, e que pela dialógica são interpretados/explicados por sua complementariedade.

4.2.3 Elementos que caracterizam a natureza das QSC

Por sua natureza, as QSC são complexas. A complexidade expressa nessa afirmação não sinaliza a “complexificação” que estamos propondo para compreensão das QSC, pois comumente confundimos o termo complexo como sinônimo de algo complicado, ou difícil. Por essa afirmação, entendemos a necessidade em localizar onde está sua complexidade e, portanto, explicitar um olhar complexificado das QSC por meio dos operadores orgânicos do pensamento complexo. Nesse sentido, nos tópicos que se seguem, apresentaremos essas compreensões a partir da análise epistêmica das partes; no caso, dos elementos que consubstanciam a natureza das QSC em um olhar complexo. Assim, em um primeiro momento de compreensão suscitada pelas discussões apresentadas neste trabalho, podemos inferir que substancialmente a natureza das QSC firma-se por meio de três elementos conceituais característicos, além das controvérsias que explicitam a relação conflituosa entre o âmbito científico-tecnológico e social, como já descrito nos tópicos anteriores. Os elementos que consideramos característicos da natureza das QSC são: “científico-tecnológico”, “valorativo” e “multidisciplinar”. Embora, esses elementos estejam inter-relacionados, descreveremos, a seguir, como os mesmos representam a natureza

complexificada de uma QSC, sendo reconhecidos nessas proposições os operadores orgânicos do pensamento complexo.

4.2.3.1 Elemento científico-tecnológico

Podemos inferir que o elemento científico-tecnológico em uma QSC pode ser identificado via três principais considerações, mesmo que estejam relacionadas: a) reside na relação da produção da ciência e tecnologia em uma perspectiva social e, por isso, faz-se necessário considerar o contexto; b) desmistificação da visão linearizada de que a produção científico-tecnológica leva diretamente ao desenvolvimento social e torna-se evidente reconhecer a limitação do conhecimento científico frente às problemáticas; c) reconhecimento de aspectos históricos, políticos, econômicos, sociais, culturais, sendo que, no bojo dessas discussões, residem os interesses e valores sociais.

O elemento científico-tecnológico das QSC reside na relação da produção científico-tecnológica em uma perspectiva valorativa. O que isso quer dizer? Implica dizer que, nos aspectos imbricados nessa relação e no seio dessas discussões, também residem os interesses econômicos e políticos que, por sua vez, estão relacionados aos valores sociais. Nesse processo, o reconhecimento dos riscos e benefícios da produção da ciência e tecnologia, bem como compreender a tecnologia como técnica de manipulação e simplificação, nos direcionando ao campo econômico, político. Desse modo, objetivamos localizar o elemento científico-tecnológico em uma realidade multidimensional em que se apresentam conflitos os quais podem ser identificados em discussões/abordagem das QSC via CTS.

De acordo com Strieder (2012)⁶⁰, discutir as interações CTS não é uma questão de mera “junção” de conteúdos científicos relativos à natureza da ciência, com conteúdos tecnológicos relativos à prática tecnológica e com as questões sociais. No intento de apresentar configurações teóricas acerca das inter-relações CTS, Strieder (2012) identifica três parâmetros: 1) racionalidade científica: na qual permite considerar as implicações do modelo de ciência “racional”, as culturas, e situa as críticas não somente no âmbito científico, mas principalmente no que diz respeito ao modelo de ciência que temos e que está inserido no modelo de sociedade; 2) desenvolvimento tecnológico e tecnologia: parâmetro que também reconhece a crítica acerca do modelo de desenvolvimento que está associado ao modelo de ciência e sociedade e 3)

⁶⁰ A escolha de Strieder (2012) como referencial para essa discussão foi assumida frente à sua proposição teórica de uma matriz de referência acerca da conceituação da Educação CTS mediante a diversidade de abordagens presentes na Educação Científica do contexto brasileiro. A autora possibilita-nos compreender as inter-relações em uma perspectiva voltada para a participação social.

participação social: situado na compreensão do papel da sociedade no mundo “científico-tecnológico”, ou seja, evidencia as diferentes possibilidades de participação social.

Tendo como referências os parâmetros apresentados por Strieder (2012), inferimos que os mesmos vão ao encontro das nossas interpretações acerca da “complementariedade objetiva CTS-QSC”.

No que compete ao parâmetro da “racionalidade científica”, Strieder (2012) desenvolve suas ideias por meio de “diferentes níveis de compreensão”⁶¹. Nesse sentido, situamos sua localidade nas QSC quando nos referimos à compreensão crítica da racionalidade científica e reconhecemos que, em sistemas complexos, o conhecimento científico é insuficiente para compreensão e resolução de problemas. Entendemos a “racionalidade científica” como produto da atividade humana, e não sinônima de verdade absoluta proveniente de observações metódicas infalíveis da realidade. De outro modo, entender que há ciência, ainda racional, que não seja caracterizada somente pelos princípios lógicos e empíricos (STRIEDER, 2012) e que o conhecimento científico apresenta-se limitado diante de decisões sociais, pois necessariamente movimenta outros valores.

Para Morin, “o espírito científico é incapaz de se pensar de tanto crer que o conhecimento científico é o reflexo do real” (2013a, p. 21); assim, o autor sintetiza que, tendo a verdade científica advinda da prova empírica e da prova lógica, a verdade objetiva escapa ao próprio olhar científico, visto que ela, a verdade, é oriunda do seu próprio olhar. Evidencia que “a ciência não é somente acumulação de verdades verdadeiras” (MORIN, 2013a, p. 24), e, portanto, é preciso compreendê-la como um jogo em que verdades podem ser evidenciadas por dados verificáveis, mas nem por isso as teorias também são verdadeiras.

A questão está justamente no princípio da verdade. É certo que a ciência está apta a fornecer previsões concretas, mas é preciso reconhecer que a ciência não caminha em direção às certezas (MORIN, 2013a).

Beck (2010) afirma que vivemos uma fase em que se revela o grau de insegurança dos fundamentos e efeitos da ciência. Trata-se de uma fase em que a ciência se opõe à ciência, uma vez que a expansão da mesma pressupõe e pratica a crítica da ciência e da práxis de especialistas. Assim, a civilização científica é submetida a uma autocrítica que é mediada

⁶¹ De acordo com Strieder (2012), a racionalidade científica apresenta diferentes níveis acerca de sua compreensão, sendo que os níveis 1 e 2 são considerados os menos críticos e 4 e 5 mais críticos: nível (1R) racionalidade como garantia de desocultamento da realidade – ciência para compreender o mundo; (2R) racionalidade universal – boa ou má; (3R) racionalidade em contexto – ciência vulnerável e provisória; (4R) racionalidade questionada – ciência limitada pelas práticas sociais; (5R) racionalidade assumida, mas insuficiente – ciência insuficiente (STRIEDER, 2012, p. 180).

publicamente, e isso abala seus fundamentos e sua auto-compreensão. Todo esse processo desencadeia a “desmistificação” das ciências em que a estrutura científica, a práxis e o espaço público passam por transformações drásticas. Para o autor, as incertezas advindas das insuficiências retratam a sociedade como “sociedade de risco” e, diante disso, torna-se necessário uma nova concepção de ciência, para além de interesses econômicos ou da busca por verdades inquestionáveis, mas situada em relação aos riscos provenientes de seu desenvolvimento (BECK, 2010).

Por outro lado, Morin (2013a) admite a intervenção dos interesses econômicos, capitalistas, do Estado em um circuito retroativo entre ciência, tecnologia e sociedade, sendo que a intervenção de cada âmbito desempenha seu papel ativo nesse circuito de acordo com suas finalidades, seus programas, suas subvenções. Isso retrata que “a técnica produzida pelas ciências transforma a sociedade, mas também, retroativamente, a sociedade tecnologizada transforma a própria ciência” (MORIN, 2013a, p. 20).

Como relatado pelos autores (MORIN, 2013a; BECK, 2010), podemos sintetizar que ambos apresentam suas críticas direcionadas às limitações da racionalidade científica e à importância em se evidenciar os riscos do desenvolvimento científico. Além disso, consideram a ciência a partir do âmago do processo científico e do modelo de ciência que temos, de modo que esta esteja inserida nas discussões acerca do modelo político-econômico e, portanto, no modelo de sociedade. Mas, e a tecnologia? Como compreendê-la mediante sua relação com ciência e a sociedade?

Interpretar a tecnologia como mera aplicação da ciência está calcada na consideração de um desenvolvimento neutro associado à garantia de progresso, sem envolver juízos de valor imbricados na relação CTS. Desse modo, é importante que a tecnologia seja situada a partir da “desconstrução” da linearidade do desenvolvimento, ou seja, do desenvolvimento científico-tecnológico diretamente associado ao desenvolvimento social. Portanto, cabe situar a concepção de tecnologia a partir do reconhecimento dos propósitos do desenvolvimento e, por outro lado, defender um modelo de desenvolvimento a partir das especificidades do contexto (STRIEDER, 2012).

Morin (2013a) ressalta sobre a impossibilidade e a inseparabilidade da tecnologia, da ciência e da indústria (sociedade é intitulada como “industrial”). Para o autor, o conceito de tecnologia é circular, “porque no fundo, todos sabem que um dos maiores problemas da civilização ocidental está no fato de a sociedade evoluir e se transformar exatamente no circuito” (p. 108). O autor vincula a ideia de técnica como produto e manutenção da ciência à ideia de manipulação, como afirma: “o desenvolvimento da técnica não provoca somente

processos de emancipação, mas também novos processos de manipulação do homem pelo homem ou dos indivíduos humanos pelas entidades sociais” (MORIN, 2013a, p. 109) e ainda vincula a técnica à dimensão epistêmica, pois a mesma é aplicada em nossas próprias concepções de sociedade, vida e homem.

Nesse sentido, Morin (2013a) sinaliza que a tecnologia deve ser compreendida na integração dos fatores econômico e técnico em uma realidade multidimensional. Esse intento faz com que possamos admitir que a “tecnologização da epistemologia”, alicerçada no isolamento da técnica, separação, disjunção e manipulação generalizada, seja controlada por sua oposição, no caso, pela “epistemologia tecnologizada” compreendida pela inserção do complexo “manipulação/simplificação/racionalização” no âmago de todo pensamento referente à sociedade e ao homem.

De acordo com Feenberg (2010), compreender criticamente a tecnologia é reconhecer as consequências catastróficas do desenvolvimento tecnológico, mas, ao mesmo tempo, há de se localizar uma “promessa de maior liberdade na tecnologia”. O autor explica que o problema não está na tecnologia em si, mas no fracasso em inventar instituições apropriadas para exercer o controle humano da tecnologia. Assim, cabe a nós adequarmos a tecnologia em um processo mais democrático para seu desenvolvimento. Trata-se de reconhecer questões locais, contextualizadas para proposição de uma tecnologia, para além das questões econômicas, mas que vá ao encontro dos anseios sociais.

Por sua vez, o elemento científico-tecnológico das QSC exprime a inter-relação entre as partes (CTS); o reconhecimento da recursividade e as qualidades emergentes que são resultantes das relações. Para explicar melhor, as inter-relações CTS, como representação conceitual objetiva do elemento científico-tecnológico das QSC, expressam as “crises”, ou seja, as contradições advindas dos interesses políticos, econômicos, culturais e sociais.

Além disso, o operador recursivo também se vale da desmistificação da causalidade linear (princípio da causa e efeito) impressa na concepção ingênua de que o desenvolvimento científico leva diretamente ao desenvolvimento social, uma vez que elucida as legiões de fenômenos históricos, econômicos, políticos, culturais e sociais em um processo no qual tudo o que é produzido volta-se sobre o que produz. Em outras palavras, as QSC, a partir de seu elemento científico-tecnológico, indica-nos as inter-relações CTS

Ao localizarmos o elemento científico-tecnológico como parte da natureza de uma QSC, nós o identificamos em um sistema organizacional, sendo as partes: a ciência, tecnologia e sociedade. E, mediante suas inter-relações, identificamos as informações como um “todo”

conflituoso, considerando as forças antagônicas que estão na natureza do objeto; no caso, as partes também estão no “todo” de uma QSC.

Portanto, o olhar complexo acerca das QSC, a partir do elemento científico-tecnológico, tem por objetivo reconhecer que as relações entre a produção científico-tecnológica, a partir do contexto social, por serem conflituosas, reconhecem que a sociedade, como fenômeno de autoprodução permanente, é, por conseguinte, conflituosa. A informação, a partir da caracterização dessas relações, tende a contextualizar os antagonismos e elucidar os interesses imbricados para tomada de consciência sobre o âmbito científico-tecnológico.

4.2.3.2 Elemento valorativo

O elemento valorativo é portador das interpretações conflituosas e elucidada as contradições quando da discussão/abordagem de uma QSC. Esse elemento é a expressão visível da limitação do conhecimento advindo do campo técnico em negociações ou tomada de decisão acerca das QSC. Também é o reconhecimento da possibilidade de ação individual-coletiva frente às incertezas, pois sinaliza o compromisso/responsabilidade do indivíduo inserido em um contexto antagônico e inter-relacionado.

Desse modo, considerar os valores constitui-se em um âmbito profícuo para a interpretação das QSC, visto que os valores éticos e morais estão relacionados a contextos e situações coletivas e individuais (subjetivas), consequentes de experiências de ordem ideológica, política, cultural, religiosa, ambiental, estética, cognitiva, entre outras. Além disso, podem expressar uma intencionalidade regenerativa fundamentada no contexto de religação “comunidade-sociedade-espécie humana”⁶².

Autores que pesquisam sobre QSC têm evidenciado a importância em se elucidar os valores, pois os mesmos são recorrentes quando do processo de negociação e tomada de decisão. Sadler e Zeidler (2004) consideram que a tomada de decisão reside em três âmbitos principais: 1) Convencional: relaciona-se a questões em que, para a sua resolução adequada, utiliza-se como justificativa a aplicação de normas sociais; 2) Pessoal: as decisões estão relacionadas a preferências individuais e 3) Moral: são decisões universais voltadas para o bem-estar, a justiça e os direitos.

⁶² Morin (2011c) afirma que o ato moral é um ato de religação: com o outro, com a comunidade, com uma sociedade e, no limite, religação com a espécie humana (comunidade-sociedade-espécie humana). De acordo com o autor, a nossa época vive uma crise no campo da ética representada pela crise da religação, na qual reconhece a necessidade de uma regeneração advinda das fontes de responsabilidade-solidariedade. Essa regeneração pode partir do despertar interior da consciência moral.

Há estudos que explicitam a tendência de professores e estudantes basearem suas justificativas e considerações em suas experiências pessoais e emotivas (ver, por ex.: SADLER e ZEIDLER, 2005; ZEIDLER *et al.*, 2005; WU e TSAI, 2007). Assim, algumas dessas pesquisas têm buscado descrever sobre a utilização de um tipo de raciocínio denominado “Raciocínio Informal” (ver, por ex.: SADLER e ZEIDLER, 2005; PENHA, 2012), que denota a associação com questões pessoais e morais utilizadas quando da necessidade de julgar ou avaliar uma questão controversa.

O “Raciocínio Informal” é um campo de estudos relacionado às QSC a fim de designar os modos utilizados pelos estudantes para defender ou apresentar suas ideias quando estão atuando em uma controvérsia sociocientífica e podem ser classificados em diferentes tipos de padrão: 1) Racionalista: decisões baseadas na razão, no custo-benefício da utilização de tecnologias; 2) Emotivo: revelam preocupações com a sociedade diante de suas decisões; 3) Intuitivo descritivo: decisões que não puderam ser explicitadas em termos racionais, baseadas em reações imediatas para o contexto (SADLER e ZEIDLER, 2005).

Para Wu e Tsai (2007), sua pesquisa revelou quatro diferentes aspectos que orientam o raciocínio informal: 1) Orientação Social: baseada na preocupação com a sociedade; 2) Orientação Ecológica: baseada na preservação ambiental; 3) Orientação econômica: baseada no desenvolvimento econômico; 4) Orientação científico-tecnológica: baseada em considerações acerca da ciência e da tecnologia.

O que essas pesquisas enfatizam é que as QSC, por sua natureza, envolvem valores éticos e morais e que, por sua vez, suas expressões são recorrentes. Porém, como entender esses valores a partir da complexidade? Em que medida o elemento valorativo nos pode direcionar para uma compreensão epistêmica das QSC?

Morin (2011c) nos diz que a ética manifesta-se como uma exigência moral por meio de três fontes: a fonte interior ao indivíduo; a externa, advinda da cultura, das crenças e normas de uma comunidade, mas também da organização viva transmitida geneticamente. São essas fontes que revelam a própria qualidade do sujeito em um encontro consigo mesmo, com a comunidade e a espécie; portanto, resumem-se ao princípio fundamental da ligação reafirmada pela tríade “indivíduo-sociedade-espécie”.

A exigência moral expressa por Morin (2011c) institui-se como característica inerente da ação humana, sendo a ética um elemento vital na produção da realidade social. É a ética responsável pela formação de uma consciência moral do sujeito. Esse sujeito, de acordo com o autor, representa-se como ser egocêntrico, ou seja, em um processo autoafirmativo, no qual se

apresentam princípios de exclusão – singularidade do sujeito – e também de inclusão – sujeito coletivo.

O autor ressalta que os valores são importantes, pois são eles que dão à ética a fé sem necessária justificação; em outras palavras, os valores tendem a fundamentar uma ética que se encontra sem fundamento. Para Morin (2011), essa crise de fundamentos éticos é produzida e produtora de:

[...] - aumento da deteriorização do tecido social em inúmeros campos; - enfraquecimento, no espírito de cada um, do imperativo comunitário e da Lei coletiva; - fragmentação e, às vezes, dissolução da responsabilidade na compartimentação e na burocratização das organizações e empresas; - um aspecto cada vez mais exterior e anônimo da realidade social em relação ao indivíduo; - hiperdesenvolvimento do princípio egocêntrico em detrimento do princípio altruísta; – desarticulação do vínculo entre indivíduo, espécie e sociedade; – desmoralização que “culmina no anonimato da sociedade de massa, na alavanca midiática e na supervalorização do dinheiro” (MORIN, 2011c, p. 27).

O que Morin (2011c) nos alerta sobre a ética é a necessidade impetuosa de se nutrir suas fontes por meio de suas raízes, alicerçadas no sentimento de dever (obrigação moral) e no princípio de inclusão (fonte subjetiva individual da ética). Portanto, como mencionado anteriormente, considera-se o ato moral como ato de religação.

De acordo com o autor, os fundamentos da ética estão em crise. “Essa crise está situada em uma crise geral dos fundamentos da certeza: crise dos fundamentos do conhecimento filosófico, crise dos fundamentos do conhecimento científico” (p. 27).

No âmago desse processo, podemos registrar a localidade do elemento valorativo em relação às QSC quando reconhecemos que as negociações ou a tomada de decisão expressam os valores e não conduzem a explicações simples. Afinal, como afirma Garvey (2010)⁶³, a ciência nos pode explicitar o que acontece, mas não o que se deve fazer a respeito das problemáticas e, nesse intento, recorreremos aos nossos valores. Assim, Garvey (2010) utiliza como pano de fundo de suas proposições os argumentos baseados na “Filosofia Moral”, pois, para além dos valores, também é necessário agir humanamente, e, para isso, é preciso viver de acordo com princípios.

Para Garvey (2010), problemáticas que exprimem controvérsias relacionadas ao campo científico e que envolvem valores precisam ser analisadas sob o foco da moralidade, visto que

⁶³ James Garvey é autor do livro “*The ethics of climate change: right and wrong in a warming world*” (Tradução: Mudanças Climáticas: considerações éticas – o certo e o errado no aquecimento global). O autor apresenta argumentos referentes a fundamentos para a ação sobre a mudança climática que não sejam apenas calcados nos campos político, econômico, científico ou social, embora nossas decisões devam levá-los em consideração. Para o autor, trata-se de uma problemática de cunho moral, ou seja, o que devemos fazer em relação a ela depende do que seja importante para nós e do que pensamos ser correto.

os fatos científicos, mesmo que necessários às reflexões, não representam o todo das questões. Desse modo, a filosofia direciona-nos a esse âmbito. Para o autor, a filosofia, como geralmente é concebida, independentemente do que ela for, é um tipo específico de tentativa de responder a três questões amplas: 1) O que existe? – suas respostas envolvem a metafísica, para analisar elementos básicos do ser; 2) Como conhecemos? – suas respostas estão alicerçadas na epistemologia sobre o estudo do conhecimento em si e 3) De que forma devemos agir? – as respostas para esta questão envolvem a Filosofia Moral em uma tentativa de descrição e articulação dos princípios do comportamento ético ou da conduta correta.

A Filosofia Moral é mais do que ter compreensões sobre o que seja certo ou errado; em outras palavras, não diz respeito somente às crenças, mas, sobretudo, às razões para as crenças. Pensar sobre “razões” pode representar uma ambiguidade, pois reconhece desconsiderar as contestações. No entanto, a importância dada à razão está justamente no campo das justificações para as nossas crenças morais, ou seja, não se trata de um princípio de exclusão; pelo contrário, faz reconhecer as crenças morais como um fato humano e, portanto, referente à nossa humanidade (GARVEY, 2010).

No entanto, como as crenças morais podem ser justificadas? Garvey (2010) reitera que a Filosofia Moral nos pode apresentar fundamentos que vão além de justificações acerca das nossas crenças, e isso está justamente no campo das controvérsias. Há de se considerar, com certa limitação, o princípio da coerência, visto que essas encontram-se no campo da lógica e tendem a evitar contradições. Todavia, a Filosofia Moral reconhece a coerência de princípios. Isso quer dizer que a moralidade é permeada de exigências, mas devemos identificar aquelas que são de fato importantes para nossas justificações. Portanto, cabe evidenciar a natureza dos fundamentos que guiarão nossas justificações morais.

Nessa intenção, alguns critérios para justificação e abordagem moral em QSC são válidos. Garvey (2010) apresenta os critérios de justificação com base em uma controvérsia sociocientífica ambiental; no caso, sobre o aquecimento global. Para o autor, além de considerarmos fatos e informações de ordem econômica, política, cultural, entre outros, no que compete à moralidade, são ressaltadas: a) responsabilidades históricas contextuais: admite-se que as responsabilidades devem ser contextualizadas mediante os impactos causados, como no caso do aquecimento global, em que há países que contribuem mais que outros com a emissão de gases; b) capacidades atuais: reconhecimento das contradições econômicas e c) sustentabilidade: considerar as questões ambientais em sua globalidade.

O que é evidente nas enunciações de Garvey (2010) é que as justificações reconhecem princípios orientadores nas discussões controversas. Esses princípios estão na relação entre o

âmbito ético-moral e, por sua vez, na relação individual-coletiva inerente aos valores. No entanto, para além, é preciso reconhecer as incertezas. O que isso quer dizer? Exprime que os antagonismos devem ser explicitados em uma “via incerta” e dialógica, advinda da compreensão da realidade incerta. Assim, assumir a existência das incertezas em seu antagonismo indica-nos não somente a inação, ou seja, “o não fazer nada”, mas também estimula a ação, pois anseia por estratégias em combate às incertezas.

As QSC não apresentam uma resposta, uma certeza, pois, em sua natureza, são expressas as contradições. Para dialogar sobre elas, necessitamos de um conhecimento inter-relacionado e contextualizado, portanto identificado nas contradições e nas incertezas. O elemento valorativo evidencia a incerteza e indica-nos um pensamento com base na moral como verdade subjetiva e, ao mesmo tempo, objetiva, entre o saber e o fazer, ou saber agir, decidir, tomar decisões. Há, portanto, a intenção de um pensamento que recorre ao princípio orgânico da auto-eco-organização (no qual se apresenta também o hologramático) como via interpretativa nesse processo associativo, que inclui a ética (via moral) como condição ao enfrentamento das incertezas.

O princípio orgânico da auto-eco-organização é a representação da relação entre a autonomia e dependência. É voltado para a regeneração frente à desintegração. Ou seja, o que as QSC nos suscitam é justamente a interpretação de um sistema complexo em que não podemos eliminar as incertezas, e o movimento de resistência está na permanência da regeneração, ou seja, na atitude conjuntiva. Denota que as QSC nos situam, ao mesmo tempo, numa situação individual, mas também possibilita que nos percebamos na coletividade, visto que estamos inseridos em um sistema inter-relacionado e que nossas decisões individuais vão ao encontro da coletividade.

O elemento valorativo em uma QSC nos indica que os valores são provenientes de relações oriundas de vários eixos sociais, e isso explicita influências históricas, econômicas, políticas, culturais, religiosas, éticas e morais, que nos levam à interpretação da realidade como uma construção social subjetiva e intersubjetiva. A ética é complexa porque tem natureza dialógica e deve sempre enfrentar a ambiguidade, a contradição e a incerteza do resultado. Por isso, cabe reconhecer a ética e a moral como vias regeneradoras do circuito constante da tríade “indivíduo-sociedade-espécie”, ou seja, individual-social (MORIN, 2011a).

Situamos o elemento valorativo em uma QSC quando também reconhecemos que suas discussões guiam-nos a valores que são/estão calcados em influências de múltiplas origens. No âmbito dos valores, estão a ética e a consciência moral, que, por sua vez, consideram a dimensão

egocêntrica (eu) e a potencialidade para o desenvolvimento do altruísmo (nós) em um processo dialógico em que o “eu” se dirige para o “nós”.

Nesse sentido, a natureza valorativa de uma QSC encontra-se, pois, na intenção de fornecer compreensões e, ao mesmo tempo, capacidade formativa de um sujeito social.

4.2.3.3 Elemento multidisciplinar

Justamente pela limitação do conhecimento técnico, também situamos o elemento multidisciplinar na natureza de uma QSC. Há, nesse elemento, o reconhecimento de saberes advindos de vários âmbitos, como, por exemplo: social, político, econômico, histórico e valorativo, suscitados para as discussões/abordagem das QSC. Além desses, há um estudo de conteúdos disciplinares que evidenciam conhecimentos específicos acerca da questão. Porém, como esse elemento nos conduz à complexificação das QSC?

As QSC são compreendidas como multidisciplinares, pois, necessariamente, suas discussões precisam ser situadas em vários campos do conhecimento, e esse conhecimento necessita ser situado em via de complementaridade. Isso nos indica o nível de dificuldade de sua abordagem. Desse modo, os objetivos de ação devem estar localizados em princípios do “conhecimento pertinente”, isto é, saber organizar e articular esses conhecimentos. É preciso reconhecer que o conhecimento advindo do campo técnico, embora necessário, é limitado. Além disso, como afirma Morin (2002), “o conhecimento especializado é uma forma particular de ‘abstração’. A especialização ‘abstrai’ extraindo um objeto de seu contexto e de seu conjunto (...)” (p. 41).

As QSC apresentam-se como propulsoras de abordagens analíticas em pelo menos quatro eixos: 1) dimensional: ao situar a ciência e sua relação com dimensões filosóficas, históricas e sociológicas; 2) contextual: quando se evidenciam contextos políticos, econômicos e culturais; 3) específico: quando se apresentam os conhecimentos disciplinares específicos que tendem a contribuir com as compreensões voltadas ao campo técnico e 4) valorativo: em que se apresentam as crenças e os valores. Os quatro eixos, associados, direcionam a uma análise de complementariedade em que se reconhece a importância da intencionalidade em uma práxis pedagógica objetiva e relacionada ao contexto de ação.

O eixo dimensional é a representação da importância em se compreender a natureza da ciência. Não se trata de uma abordagem em si, mas se vale como orientação basal para desenvolver a capacidade de interpretação da ciência como atividade influenciada e influente, de modo a situar a dimensão social da ciência. Esse eixo sinaliza o elemento científico-tecnológico da natureza da QSC no qual representa os objetivos da Educação CTS.

De acordo com Morin (2002b), “o conhecimento das informações ou os dados isolados são insuficientes. É preciso situar as informações e os dados em seu contexto para que adquiram sentido” (p. 36). Por sua vez, o eixo contextual visa expor o campo das contradições em que a QSC está situada, de modo que este seja o caminho para a interpretação dos aspectos sociocientíficos. Por isso, também está diretamente relacionado ao eixo valorativo, no qual se identificam os valores relacionados às QSC estudada.

A abordagem do tipo questionadora-objetiva⁶⁴ pode ser uma possibilidade para evidenciação dos elementos contextuais: Onde e como se localizam as questões históricas, econômicas, políticas e culturais da QSC estudada? Há outros aspectos a serem evidenciados? Que valores foram evidentes?

O elemento multidisciplinar, situado nos quatro eixos mencionados em suas inter-relações, indica-nos o enfrentamento da fragmentação. Portanto, cabe apresentarmos o direcionamento desse elemento no que compete à análise conceitual das QSC, bem como à sua funcionalidade para o pensamento complexo. De acordo com Morin (2002b), para acessarmos as informações sobre o mundo e possibilitar articulação entre elas, é preciso perceber e conceber o contexto, o global (relação entre todo/partes), o multidimensional (histórico, econômico, sociológico, religioso... etc.) e o enfrentamento da complexidade (união entre a unidade e a multiplicidade). Esses são os saberes pertinentes ao conhecimento para o mundo e, portanto, promotores da inteligência geral. É a inteligência geral que opera e organiza a mobilização dos conhecimentos de conjunto em cada caso particular.

Frente à compartimentação dos saberes e à nossa incapacidade em articulá-los, Morin (2012a) apresenta-nos três desafios que estão no cerne do problema essencial da organização do saber: “o desafio cultural”; “sociológico” e “cívico”. O desafio cultural está, pois, na separação entre a cultura das humanidades e a cultura científica. A científica, por sua natureza, separa as áreas do conhecimento, apresenta descobertas admiráveis, mas não produz reflexões sobre o destino humano e sobre si; a cultura das humanidades enfrenta as grandes interrogações humanas, estimula a reflexão sobre o saber e favorece a integração dos conhecimentos.

O desafio sociológico está na relação entre o crescimento das atividades econômicas, técnicas, sociais e políticas e o desenvolvimento generalizado do sistema neurocerebral artificial (informática). Essas relações apresentam as semelhanças entre a informação, o conhecimento e o pensamento, visto que a informação como matéria-prima deve ser dominada

⁶⁴ Morin afirma que a finalidade da “cabeça bem-feita” seria beneficiada por um programa interrogativo que partisse do ser humano, pois, interrogando o ser humano, descobriria-se sua dupla natureza: biológica (Biologia, Física e Química) e cultural (psicológica, social, histórica da realidade humana) (2012, p. 75).

pelo conhecimento, e este, por sua vez, deve ser permanentemente revisitado e revisado pelo pensamento, que é o capital precioso para o indivíduo e a sociedade (MORIN, 2012).

No que compete ao desafio cívico, Morin (2012a) enfatiza que o enfraquecimento da percepção global leva ao enfraquecimento do senso de responsabilidade e solidariedade, pois a tendência dos indivíduos a se especializarem faz com que se despreze o elo orgânico com os indivíduos e a sociedade. Nesse processo de especialização, há perda da aptidão de conceber o global e o fundamental, e o cidadão perde o direito ao conhecimento. É nessa via que a mídia se apossa e vulgariza esse conhecimento, mas, por outro lado, evidencia o problema da necessidade de uma democracia cognitiva (MORIN, 2012a).

As QSC são recorrentes em reportagens midiáticas, filmes e redes sociais, pois são polêmicas e valorativas. Os meios de comunicação de massa tendem a anunciar o que lhe é conveniente, ou seja, explorar fontes informativas em vista do âmbito valorativo. No entanto, é certo que não lhe cabem o compromisso com o conhecimento pertinente. As informações apresentadas são importantes, pois ressaltam a abertura de discussões dessa natureza e convidam a sociedade a participar com suas opiniões sobre o assunto. Porém, apesar de os meios de comunicação de massa serem oportunidades para problematizar assuntos polêmicos, as QSC precisam ser localizadas em um campo significativo no qual as informações sejam trabalhadas com objetivos voltados a importantes reflexões sobre as controvérsias no que compete às inter-relações CTS.

Assim, há de se reconhecer que, para além dos desafios, as culturas científicas e humanas também são fontes de contribuição para a formação de uma consciência humanística e ética. Como afirma Morin (2012a), a cultura científica pode oferecer ao ser humano a sua condição de “ser humano no mundo”. Isso quer dizer que a ciência revela o homem ao mundo em sua participação e em sua estranheza ao mesmo tempo. Também a cultura das ciências humanas apresenta sua contribuição no que compete à concepção da humanidade em sua unidade antropológica e em suas unidades individuais e coletivas. Além destas, Morin (2012a) advoga sobre a importância da cultura das humanidades. A literatura, poesia, as artes e a filosofia levam-nos a reflexões sobre as condições humanas.

Nesse intento, Morin explicita que o ensino das disciplinas deve ser orientado para a condição humana, ou seja, para uma tomada de consciência da coletividade, visto que os problemas são confrontados por todos.

Situamos as QSC como atividades de ensino no âmbito do ensino educativo, e, nesse contexto, as informações são transformadas em conhecimento orientado por finalidades. Assim, localizamos que a finalidade fundamental das QSC esteja relacionada à formação política. Essa

finalidade é direcionada ao indivíduo com o pressuposto de que tenha o direito de formular opiniões e tomar decisões ao examinar os interesses de vários âmbitos sociais (como, por ex.: comunidade científica e governo). Esse processo revela uma dinâmica em que, em um primeiro momento, são identificadas e reconhecidas as informações e diferentes opiniões para fundamentar a tomada de decisão ou argumentar criticamente sobre a controvérsia sociocientífica (REIS, 2009).

A abordagem de QSC comporta uma orientação pedagógica que esteja fundamentada em intencionalidades/objetividades formativas voltadas à formação para tomada de decisões frente às questões conflituosas relacionadas ao campo científico-tecnológico. A objetividade referente à compreensão da natureza da ciência talvez seja uma das possibilidades mais profícuas das discussões/abordagens das QSC. Reconhecem a aprendizagem das ciências para uma formação em que o conhecimento lhe possa ser útil na tomada de decisões. Nesse sentido, os conteúdos específicos (disciplinares) precisam ser significados, de modo que busquem também a integração dos saberes experienciais e a consideração do contexto social.

Conceitualmente, o elemento multidisciplinar, no que compete à natureza das QSC, indica-nos uma “particularidade diversa”. Por um lado, é necessário identificar as particularidades informacionais de cada âmbito concernente à controvérsia sociocientífica e, por outro, é preciso que essas informações sejam transpostas em conhecimentos situados, contextualizados. Em outras palavras, a particularidade diversa do elemento multidisciplinar indica-nos a relação dos diferentes saberes e confere a eles, por meio do princípio orgânico hologramático, o seu caráter multidimensional. Ou seja, os elementos da natureza das QSC concebidos como unidades complexas estão em permanente processo de inter-retroação, nos quais os saberes influenciam e, ao mesmo tempo, são influenciados pelos eixos dimensional, contextual, específico e valorativo.

Na figura 9, a seguir, buscamos evidenciar os elementos e os eixos que consubstanciam a natureza das QSC.

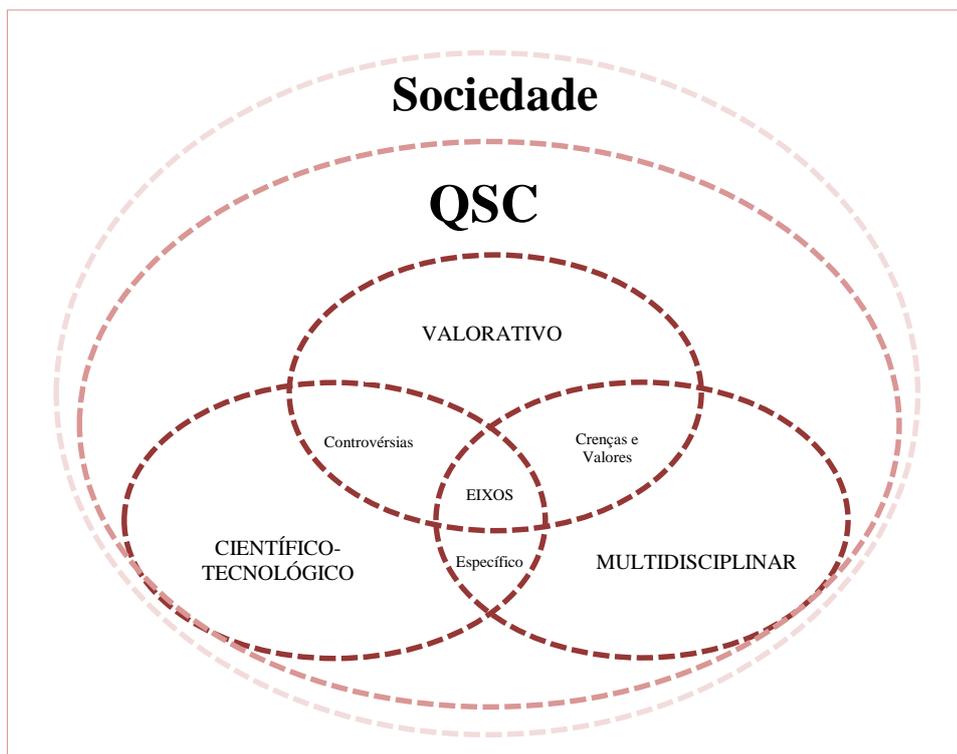


Figura 9. Representação dos elementos imbricados nas discussões de QSC

Fonte: Elaboração da autora.

Na Figura 9, a QSC, entendida como unidade complexa, está relacionada ao “sistema complexo – sociedade”, de modo que seus elementos estão relacionados e inter-relacionados dentro da unidade e também com a sociedade. No que compete à “unidade complexa QSC”, situamos os três elementos de sua natureza: a) científico-tecnológico: expressão das inter-relações CTS; b) valorativo: explicita os valores éticos e morais; c) multidisciplinar: representa a multiplicidade de saberes.

O elemento científico-tecnológico, por sua vez, está relacionado ao elemento valorativo pela via das controvérsias, o que denota que diversos grupos sociais apresentam explicações, ou até mesmo proposições, de resolução incompatíveis, com base em valores alternativos. Portanto, explicita também a relação com o elemento valorativo. Ele também está relacionado ao elemento multidisciplinar pela via “específico”, o que expressa que esses se comunicam por meio do “conhecimento específico”, embora limitado, mas necessário à compreensão de uma QSC.

O elemento valorativo também está relacionado ao elemento multidisciplinar, por meio da via “crenças e valores”, evidenciando que há necessidade de se obter informações que sejam transpostas em conhecimentos situados, contextualizados, de forma a identificar que valores estão imbricados a QSC.

Frente ao exposto sobre os elementos da natureza epistêmica das QSC, os próximos capítulos serão direcionados à fundamentação do quadro de referência para a abordagem estratégica das QSC com base na delimitação da base conceitual da “Dimensão Didático-Pedagógica” explicitada no próximo capítulo.

5 BASE CONCEITUAL DA PROPOSTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA

Neste capítulo, objetivamos apresentar elementos⁶⁵ relacionados à Dimensão Didático-Pedagógica que fundamentarão a elaboração de um quadro de referência teórico-estratégico, cuja função é evidenciar princípios orientadores para a práxis das QSC. Desse modo, serão considerados fundamentos que reconheçam as especificidades presentes em uma atividade de natureza complexa, o conhecimento do objeto de estudo, o estabelecimento de finalidades (intencionalidade) e a intervenção para que a realidade seja transformada em realidade sociocultural.

Os fundamentos didáticos-pedagógicos são compreendidos como premissas que orientam princípios e práticas educativas. No que compete aos fundamentos didáticos, estes estão calcados na relação do ensino, aprendizagem e avaliação; abrangem questões contextuais amplas, circunstanciais, concepções, e, portanto, deverão estar localizados em uma perspectiva multidimensional. Essa perspectiva sinaliza a localidade dos fundamentos pedagógicos como formas organizativas e metodológicas advindas de objetivações sócio-políticas. Portanto, tais fundamentos evidenciam a articulação de princípios epistemológicos (relacionados ao conhecimento), psicológicos (relacionados aos processos de ensino e aprendizagem) e sociológicos (relacionados à identidade social) centralizados na formação humana (ver, por exemplo: RANGEL, 2010a; 2010b).

Em seu conjunto, os fundamentos didáticos e pedagógicos oferecem subsídios que fundamentam as práticas didáticas. Dessa forma, entendemos que a Dimensão Didático-Pedagógica é a expressão da atividade docente como práxis e, portanto, pressupõe um encaminhamento teórico-reflexivo para o planejamento de atividades de ensino que envolvam as especificidades para abordagem de QSC. Nesse sentido, inicialmente apresentaremos a nossa concepção de “proposta didático-pedagógica” apoiados no conceito de “práxis educativa” e no “conhecimento complexificado”, com o intuito de desvelar fundamentos que nos façam superar a perspectiva metodológica tradicional⁶⁶, com vistas à abordagem estratégica de QSC definida pelo pensamento complexo.

⁶⁵ A Filosofia, Sociologia, Economia, Psicologia, Biologia, dentre outras áreas poderão oferecer subsídios à compreensão mais ampla da educação e à percepção mais abrangente e fundamentada de fatores que influem no ensino e na avaliação da aprendizagem. Em nosso trabalho, delimitamos nossas considerações reflexivas acerca da relação entre elementos do campo filosófico (epistêmico) e pedagógico (objetivos formativos).

⁶⁶ Entendemos como “perspectiva metodológica tradicional” a introdução de metodologias de ensino diversas sem um estudo prévio da natureza epistêmica das QSC. A perspectiva metodológica tradicional não se propõe

5.1 Práxis educativa e o conhecimento complexificado

A prática pedagógica entendida como prática social é a articulação de três elementos principais: o docente, o educando e o conhecimento, sendo considerados o contexto, as relações e as especificidades dos conhecimentos e dos sujeitos envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem. É nessa vertente que se firmam as intencionalidades do docente e as contradições vivenciadas em função dos aspectos históricos, políticos, econômicos, éticos, morais e socioculturais.

De acordo com Caldeira e Zaidan (2010), a prática pedagógica é compreendida como uma prática social complexa e acontece em diferentes espaço/tempos da escola, no cotidiano de docentes e educandos e, principalmente, em sala de aula mediada pela interação docente-educando-conhecimento. As autoras ressaltam que a prática pedagógica docente é tecida por elementos *particulares* (aqueles que dizem respeito ao docente – sua experiência, formação, suas condições de trabalho e relações profissionais; aqueles que dizem respeito aos educandos – idade, condição sociocultural) e *gerais* (currículo; projeto político-pedagógico da escola; espaço escolar como condições materiais e organização; e também a comunidade em que a escola está inserida).

A proposta didático-pedagógica a qual nos referimos é alicerçada nos princípios do pensamento complexo e apoia-se em duas vertentes inter-relacionadas e retroativas: **1) a práxis educativa** – elucida a visão de mundo do educador que utiliza princípios organizadores do conhecimento, como, por exemplo: o dialógico, o hologramático e a recursividade. Expressa a intencionalidade em desenvolver nos educandos competências cognitivas por meio de um olhar multidimensional sobre a realidade. Pratica a contextualização, articulação e religação dos conhecimentos; portanto, trata-se de um processo de reflexão permanente sobre a sua prática pedagógica, a natureza do conhecimento, suas objetivações, estratégias de ensino e avaliações; e **2) o ensino do conhecimento complexificado** – é a unidade da práxis educativa que expressa a relação do docente com seu objeto de ensino, o conhecimento. Reonhece a intencionalidade para com a formação do educando por meio da construção de um conhecimento que lhe seja significativo, contextual e que ajude a traçar caminhos frente às demandas/contradições expressas pela sociedade. Busca a superação dos princípios da ordem, linearidade, redução e disjunção dos conhecimentos.

a uma análise fundamentada dos elementos da natureza das QSC e, portanto, não os compreende como unidades complexas em permanente processo de inter-retroação, além de desconsiderar que os saberes influenciam e, ao mesmo tempo, são influenciados pelos eixos dimensional, contextual, específico e valorativo (Cf. Figura 9).

Situando o conceito de práxis educativa com base nos pressupostos do pensamento complexo, podemos caracterizá-la como um movimento em que o docente compreende a realidade como uma teia de relações existentes entre todas as dimensões. Para Morin (2002b; 2007; 2012a), a educação voltada a uma epistemologia da complexidade está em uma ação pedagógica transformadora, na qual implicam mudanças individuais e coletivas. Nesse intuito, a dimensão política da educação é compreendida como “a arte do compromisso e da intransigência” (Morin, 2002a, p. 43), sendo o compromisso voltado para a transformação social e a intransigência na defesa de atitudes e valores individuais frente à busca por ações coletivas condizentes com a emancipação. Como afirma Morin (1999), “trata-se, ao mesmo tempo, de mudar de vida e transformar o mundo, de revolucionar o indivíduo e de unir a humanidade” (p. 188).

Nesse caminho, o conhecimento complexificado deverá ser abordado com vistas a contribuir com a formação de sujeitos capazes de utilizá-lo para despertar uma consciência pessoal e humanitária, conduzindo à “antropoética” por meio da integração da tríade indivíduo/sociedade/espécie (MORIN, 2002b). Para o autor, a “antropoética do humano” consiste na decisão consciente e esclarecida de assumir a condição de indivíduo, espécie e sociedade na complexidade que ela encerra, e permite que essa consciência seja traduzida em vontade de se realizar a cidadania.

O conhecimento, de acordo com Morin (2002b), decorre de grandes interrogações sobre as nossas possibilidades de conhecer e, portanto, faz-se necessário praticá-las constantemente. São elas que fundamentarão metapontos de vista que permitirão a reflexividade e a integração “observador-conceptualizador”, ou seja, a ecologização da observação-concepção e dos campos mental e cultural próprio do sujeito para uma tomada de consciência da coletividade. Nesse intuito, o ensino pode tentar, eficientemente, estabelecer o diálogo entre as ciências naturais, humanas, a cultura das humanidades e a filosofia, desenvolver um modo de conhecimento que apreenda as características multidimensionais ou complexas das realidades humanas (MORIN, 2012a).

Dentre os princípios evidenciados por Morin (2002b) para um conhecimento pertinente, está o “princípio complexo”. Para o autor, o conhecimento pertinente deve enfrentar a complexidade: “O conhecimento, ao buscar construir-se com referência ao contexto, ao global e ao complexo, deve mobilizar o que o conhecedor sabe do mundo” (p. 39). Portanto, é preciso **complexificar** o conhecimento. Em outras palavras, utilizar os conhecimentos existentes e, ao mesmo tempo, superar as antinomias decorrentes do progresso nos conhecimentos especializados e, além disso, identificar a falsa racionalidade.

Nesse caminho, além dos princípios orientadores para o pensamento complexo apresentados por Morin, nós nos apoiamos nas proposições de integração didática de José Eduardo García (1998) sobre a complexificação do conhecimento por meio da incorporação de conhecimentos metadisciplinares aos conhecimentos científicos-tecnológicos. O objetivo da proposta didática de García (1998) é, a partir da organização e construção do conhecimento escolar, possibilitar que a instituição de ensino possa contribuir com a transição de formas de pensamento simples a outras mais complexas, tendo como referência epistêmica a complexidade.

Os *conhecimentos científicos-tecnológicos* são aqueles organizados em disciplinas, como, por exemplo, a Biologia, Geografia, Física e Química; já os *conhecimentos metadisciplinares* são aqueles que envolvem o saber metacientífico, ou seja, o conhecimento sobre a natureza dos conhecimentos disciplinares e a análise histórica, social e epistemológica dos conteúdos disciplinares. Envolve também as cosmovisões⁶⁷ ideológicas que determinam os sistemas de ideias que orientam as decisões tomadas tanto no âmbito científico, como no cotidiano e escolar (GARCÍA, 1998).

5.2 Fundamentos para organização da proposta didático-pedagógica

O que propomos com o quadro de referência é um exercício de análise e articulação de conhecimentos a serem produzidos a partir de uma orientação epistemológica. Isso quer dizer que a ação pressupõe reflexão e a reflexão-orientada epistemologicamente contribui para a ação consciente, sendo este um exercício constante em se unir o pensamento e a ação/a episteme e a práxis. Como afirmam Morin e Moigne (2000), a complexidade é o produto de um exercício cognitivo, ou seja, de produzir o inteligível. O exercício é a compreensão mútua da ação e do resultado desta, o que sugere o caráter frequentemente recursivo desse exercício. Nas palavras dos referidos autores, trata-se de “um entendimento que quer ‘compreender’, apreender o pensamento na ação e a ação no pensamento; um entendimento que seja compreensão” (MORIN; MOIGNE, 2000, p. 259).

Compreendemos “fundamentos” como orientações didático-pedagógicas que contribuirão para a reflexão, organização e o desenvolvimento da práxis educativa, tendo como base epistêmica-organizacional o pensamento complexo. Os fundamentos apresentados neste trabalho são dirigidos a duas vertentes complementares: ao conhecimento complexificado e à

⁶⁷ De acordo com García (1998), o termo “cosmovisão” se refere a um conjunto de teorias, normas, concepções e hábitos configurados em uma forma de compreender e atuar no mundo e também como uma forma de compreender as suas ações e experiências assim como as dos outros.

intencionalidade formativa. Cada vertente apresenta um conjunto de sinalizações necessárias para o objetivo da abordagem estratégica das QSC no contexto de sala de aula.

Desse modo, tratamos de assumir os princípios orientadores do pensamento complexo como fundamentos⁶⁸ para a construção/abordagem de um conhecimento complexificado que julgamos ser pertinente e significativo na compreensão das QSC. Para tanto, apresentamos os **“Fundamentos do Conhecimento Escolar (FCE) – Complexificado”**, ou seja, na perspectiva da construção de um conhecimento escolar complexificado. Em seguida, organizamos a nossa proposta em dois **“Fundamentos Formativos Intencionais (FFI)”**, cuja finalidade é explicitar elementos conceituais necessários à formação da consciência pessoal e humanitária. São eles: 1) Identidade – consciência humana; 2) Ética – consciência cidadã. Tais fundamentos serão explicitados com maior aprofundamento nos subtópicos que se seguem.

5.2.1 Fundamentos do Conhecimento Escolar (FCE) – Complexificado

Segundo García (1998), a escola, é uma instituição socializadora que propicia a construção de determinados conhecimentos por meio da dinâmica “produção-reprodução-distribuição” de ideias presentes em nossa cultura. No entanto, a cultura não é algo homogêneo, pois é oriunda de visões de mundo diferentes dentro de um contexto mediado por agentes socializadores que defendem os interesses de grupos sociais dominantes. Isso, por sua vez, gera conflitos diversos. O autor evidencia, ainda, que a instituição escola, vista pela sociedade como um espaço de aprendizagem de conceitos científicos, reforça uma hegemonia ideológica que acaba por promover ações castradoras, seletivas e voltadas aos interesses de uma minoria. Nesse sentido, ressalta que essa instituição vem cumprindo as funções de seleção social, de justificação da desigualdade e de reprodução e legitimação da ordem social, na medida em que os interesses e valores das classes e dos grupos hegemônicos têm determinado a seleção e formulação dos conteúdos escolares.

Assim como observado na descrição anterior, García (1998) reconhece que a cultura escolar está relacionada com ideais sociais hegemônicos, sendo o currículo o campo adotado para essa finalidade, por meio da seleção dos conteúdos a serem ensinados. Ainda segundo o autor, a construção do currículo como campo de natureza social e histórica pressupõe uma

⁶⁸ Esses fundamentos foram elaborados com base nas leituras de Edgar Morin sobre o pensamento complexo. Nesse objetivo, utilizamos várias referências do autor, e, mais especificamente, aquelas advindas das considerações presentes em “O Método: O conhecimento do conhecimento; A Ética da Ética e A Humanidade da Humanidade”, para a elaboração do que chamamos de “Fundamentos do Conhecimento Escolar – Complexo” e “Fundamentos Formativos Intencionais”, que caracterizam a intencionalidade docente em delinear caminhos para a formação do educando com consciência pessoal e humanitária.

determinada visão de mundo; em outras palavras, o conhecimento escolar exige fundamentalmente a definição de uma visão orientadora na práxis educativa.

De acordo com Morin (2002), a cultura escolar corresponde a um conjunto de “sistemas de ideias” que se ligam fortemente a fatos, conceitos e valores. O autor afirma que o nosso modelo de educação está calcado na lógica da disjunção e simplificação e não reconhece em seu currículo o ser humano como um todo, o que reforça o distanciamento entre ele com os outros e a natureza. Explicita, ainda, que os conhecimentos nessa perspectiva são considerados dogmas que passam a controlar o sistema escolar como um todo, envolvendo o currículo e a prática educativa. Para Morin (2002), uma educação simplificadora e dogmática, disciplinar, atrofia a aptidão de contextualizar os conhecimentos e valoriza a separação em detrimento da associação de ideias para um todo significativo.

Assim, levando em consideração que a cultura escolar está relacionada à manutenção/ou reforço de ideais hegemônicos, em parte com os bens culturais e com o destino social dos indivíduos, é preciso adotar um posicionamento contra-hegemônico, no qual se pressupõe reconhecer a escola como um local de reflexão crítica sobre o mundo. Para García (1998), “[...] a escola deve converter-se em um local de reflexão sobre as relações entre os seres humanos, entre estes e o meio ambiente e em um motor de mudança social, tendo como objetivo educativo básico o que poderíamos chamar de “enriquecimento do conhecimento cotidiano” (p. 16, tradução nossa).

Desse modo, o trabalho de García (1998) nos aponta para uma proposta de ensino calcada no questionamento: “Para que ensinar?” Busca-se trabalhar problemas⁶⁹ abertos e complexos que estejam relacionados com interesses e preocupações capazes de mobilizar conteúdos culturais significativos e socialmente relevantes. O autor afirma que a determinação do conhecimento escolar, ou seja, a seleção dos objetos de estudo deverá ter como referência essencial o “conhecimento cotidiano”, caracterizado como “conhecimento que se configura em grande medida com as ideias que se tem sobre determinados temas” (p. 18, tradução nossa).

Para Morin (2011b), o conhecimento está ligado, por todos os lados, à estrutura da cultura, à organização social e à práxis histórica. Esse conhecimento não é apenas condicionado, determinado e produzido, mas também condicionante, determinante e produtor. Isso denota que a cultura é portadora de um saber acumulado, de ideias, crenças, símbolos e mitos que são tidos

⁶⁹ García (1998) nos apresenta considerações sobre enriquecimento do conhecimento cotidiano resultantes da análise de atividades acerca de temas socioambientais propostos em sala de aula por componentes do grupo de pesquisa “Investigación y Renovación Escolar (IRES).

como forças de ligações sociais, o que, de acordo com o autor, sugere a existência de um tronco comum entre conhecimento, cultura e sociedade.

García (1998) ressalta que as experiências vivenciadas pelos educandos em seu contexto, os estereótipos sociais adquiridos em seu âmbito familiar e as ideias transmitidas pelos meios de comunicação determinam as crenças que se manifestam nos processos de ensino e aprendizagem e também influenciam o conhecimento escolar. É preciso que as crenças sobre o mundo social e natural sejam constatadas, pois dificilmente os fins educacionais poderão ser alcançados, caso eles não sejam viáveis do ponto de vista da aprendizagem do educando. O autor expressa sua proposta da seguinte forma:

Para se determinar o conhecimento escolar deve-se considerar a “integração didática” de diferentes formas de conhecimento, e, mais concretamente, do conhecimento cotidiano e científico. Dessa integração supõem também a adoção de uma determinada cosmovisão; A integração proposta só é possível se não houver descontinuidade e compartimentalização das diferentes formas de conhecimento implicadas; é preciso, sim, que se interajam e evoluam conjuntamente. Ademais, supõe a construção de conhecimentos específicos e gerais aplicáveis a situações próprias da vida cotidiana (GARCÍA, 1998, p. 17, tradução nossa).

Para García (1998), o conhecimento metadisciplinar é a referência para a determinação do conhecimento escolar, no entanto ele precisa ser organizado e tornar-se mais complexo. Não se trata de substituí-lo, mas, sim, de enriquecê-lo, a fim de torná-lo complexificado. Esse processo está na integração didática do conhecimento cotidiano com o conhecimento científico-tecnológico, como afirma o autor acerca dessa organização: “A complexificação do conhecimento cotidiano, seu enriquecimento e a maturação de formas relativas de autonomia são a estratégia adequada para a regeneração democrática da ciência e para a sua aceitação dialética nos processos de reflexão crítica do pensamento humano” (GARCÍA, 1998, p. 20, tradução nossa).

Assim sendo, é possível considerar, na proposta de García (1998), três pressupostos essenciais: 1) identificação da cosmovisão como fundamental para a determinação do conhecimento escolar significativo; 2) interação de diferentes formas de conhecimento e 3) a análise do contexto como essencial na construção de conhecimentos específicos e gerais. Além disso, cabe realçar que o conhecimento escolar, segundo o autor, deve contemplar tanto o conhecimento científico-tecnológico quanto o conhecimento metadisciplinar, pois eles são fundamentais para a definição da visão orientadora na prática educativa. No esquema que se segue, estão representados os conhecimentos considerados na formulação do conhecimento escolar:

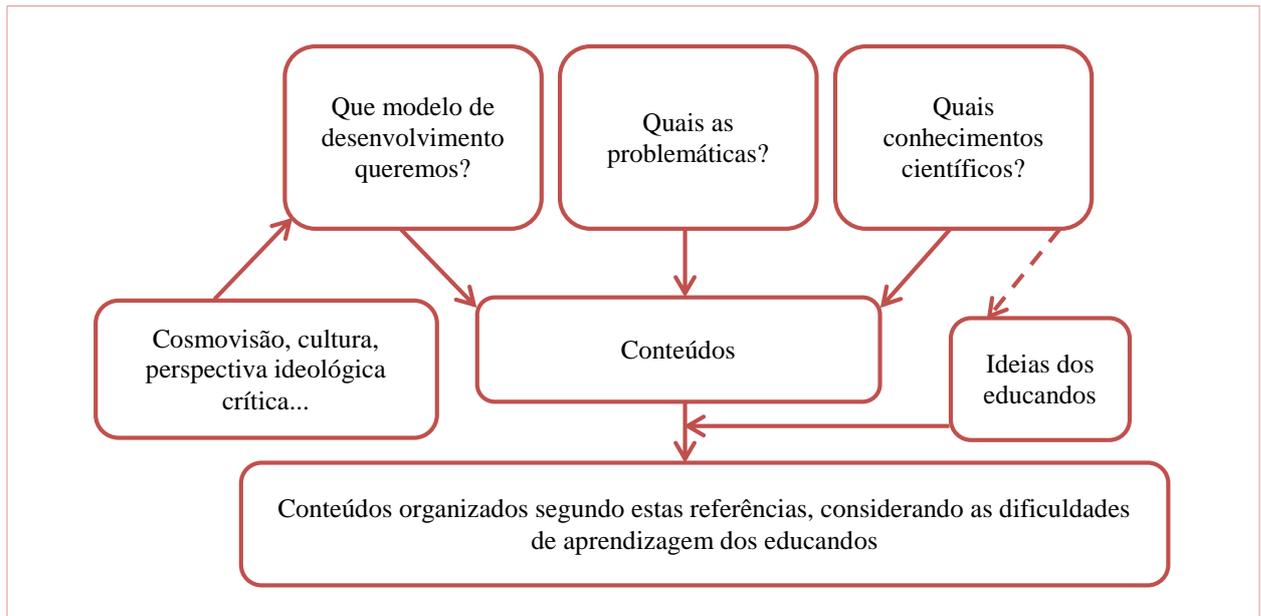


Figura 10. Diferentes referências consideradas na formulação do conhecimento escolar

Fonte: Adaptado de García, 1998, p. 22, tradução nossa.

Nesse propósito, García (1998), ao se referir ao termo “transposição didática”, alerta-nos que o mesmo passa a ser redefinido e substituído por “integração e transformação didática”. Afinal, o primeiro termo se refere ao processo de reelaboração do conhecimento científico disciplinar para ser convertido em conhecimento escolar e, o segundo nos traz a integração e introduz a necessidade de utilizar diversas fontes, mas não de maneira “aditiva” ou justaposta, e sim por meio do desenvolvimento de um conhecimento escolar diferenciado de cada uma delas. García (1998) se apoia em Porlán e Martín (1994) para indicar algumas questões a serem indagadas em uma adequada integração didática. São elas:

- Que problemas éticos, ambientais ou sociais estão relacionados com o tópico que será objeto de ensino-aprendizagem? - Que conceitos científicos são adequados para organizar o conhecimento escolar relativo ao tópico? - Quais permitem trabalhar conceitos “ponte” com outros componentes curriculares? - Como tem sido a construção destes conceitos na história da ciência? - Quais são os âmbitos de experiência social e cultural mais relevantes em relação a esse tópico? - Que concepções cotidianas estão em jogo? - Que concepções têm os educandos a respeito? - Qual o conhecimento escolar desejável para os educandos em relação a esse tópico? - Como formular e organizar o conhecimento, tendo em conta os aspectos epistemológicos, históricos, sociais e outros tipos que estão implicados? - Quais são os critérios a serem empregados na seleção e organização dos conteúdos escolares? (PORLÁN; MARTÍN, 1994, *apud* GARCÍA, 1998, p. 22, tradução nossa).

Esses questionamentos são orientadores no processo de organização, integração e transformação dos conhecimentos científicos-tecnológicos e metadisciplinares em conhecimentos escolares. Assim, para García (1998), o entendimento de conhecimento escolar não pode ser baseado na ideia de redução ou simplificação de uma disciplina científica e exige

fundamentalmente o conhecimento cotidiano, pois é nele que se configura grande parte das ideias dos educandos.

Abrindo espaço para uma breve discussão sobre a natureza epistemológica do conhecimento escolar, García (1998) se apoia em diversos autores que discutem o assunto (POZO, 1994; GIL, 1994; GÓMEZ; POZO; SANZ, 1995), e elenca tipologias acerca das relações e influências de diferentes tipos de conhecimento na definição do conhecimento escolar. Assim, o autor problematiza o assunto por meio de alguns questionamentos sobre o papel do conhecimento científico e cotidiano:

O conhecimento cotidiano é uma forma inferior ao conhecimento científico? Ou é uma forma tão válida e adequada quanto qualquer outra para se poder interpretar a realidade? Há possibilidade de se estabelecer uma continuidade entre o conhecimento cotidiano e científico? Existem formas intermediárias de conhecimento? De que ciência estamos falando quando realizamos uma comparação entre os dois tipos de conhecimento? Há apenas um conhecimento cotidiano e um conhecimento científico? (GARCÍA, 1998, p. 31, tradução nossa).

Desse modo, García (1998) apresenta quatro dimensões que julga serem relevantes para definição do conhecimento escolar e as especificidades entre os conhecimentos científico e cotidiano: 1) o grau de continuidade-descontinuidade existente entre os conhecimentos cotidiano e científico – se são ou não formas de conhecimento comparáveis e, portanto, a maior ou menor possibilidade de interação entre ambas na elaboração do conhecimento escolar; 2) o grau de generalização das estruturas do conhecimento próprias do conhecimento escolar e 3) a possibilidade ou não de aplicação do que se aprendeu na escola em situações cotidianas.

Nesse sentido, tendo por base as dimensões supracitadas, García (1998) explicita algumas hipóteses sobre a natureza e epistemologia do conhecimento escolar com o intuito de se questionar que tipo de evolução conceitual seria desejável e possível. São elas: a) *hipótese da compatibilidade*: sugere que as epistemologias dos conhecimentos científico e cotidiano seriam semelhantes e não necessitariam de grandes reorganizações para a passagem de um para outro; b) *hipótese da substituição/incompatibilidade*: sugere que são epistemologias diferentes, no entanto poderiam passar para a outra mediante importantes reorganizações ocorridas por meio da instrução, sendo esta uma perspectiva bem conhecida no contexto didático, pois nela se situam os principais enfoques sobre o Ensino de Ciências; c) *hipótese da independência-coexistência*: sugere que são conhecimentos epistemologicamente diferentes que só ocorrem em contextos distintos e não há transição entre elas, mas poderá haver a ativação diferenciada de cada uma de acordo com o contexto, e, por isso, a instrução não teria de partir do cotidiano.

Como podemos perceber, as hipóteses supracitadas apresentam como característica comum a referência do conhecimento científico como determinista para o conhecimento

escolar. Além disso, não considera a existência da cultura escolar distinta da cultura científica e a influência de diferentes domínios do conhecimento cotidiano na elaboração de um conhecimento pertinente ao contexto sociocultural do educando. Essas hipóteses sustentam o objetivo de que os educandos devem mudar suas ideias para se alcançar o conhecimento científico. Assim, García (1998) nos mostra essas hipóteses com o intuito de criticá-las e apresentar a *hipótese da integração-enriquecimento* do conhecimento cotidiano.

Para o autor, o conhecimento científico se comunica com o conhecimento cotidiano. Essa comunicação é a integração que promove uma evolução conjunta de ambas as formas de conhecimento. É o que o autor chama de “integração-enriquecimento do conhecimento cotidiano”. Nesse processo, o conhecimento escolar é elaborado por meio da integração transformadora advinda de diversas formas de conhecimento. Ele ressalta ainda que o conhecimento escolar, enriquecido pelo conhecimento cotidiano, na perspectiva da complexidade, é a expressão das inter-relações entre os conhecimentos científico, tecnológico e social.

A partir desse enfoque, os conhecimentos metadisciplinares são considerados como um conjunto de conceitos, procedimentos e valores que atuam como eixos integradores e orientadores de todo o conhecimento escolar, com vistas a uma visão autônoma e solidária do mundo. Assim sendo, o conhecimento escolar, então, é entendido como uma forma de entender o mundo que está em interação contínua com as demais formas de conhecimento. Trata-se, portanto, de privilegiar o contexto escolar como um local de reflexão sobre as relações entre seres humanos e entre estes e o ambiente, objetivando o enriquecimento do conhecimento cotidiano e sua complexidade (GARCÍA, 1998).

O esquema apresentado a seguir, na Figura 11, elaborado por García (1998), explicita a determinação do conhecimento escolar por meio da “integração transformadora” das diversas formas de conhecimento.

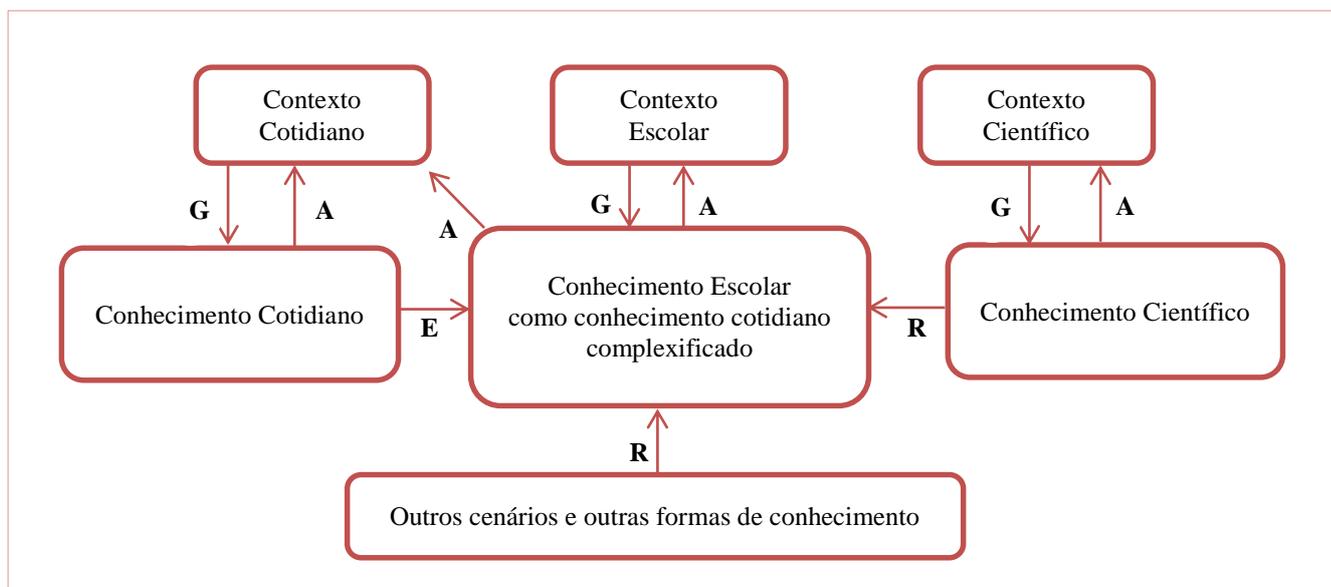


Figura 11. Construção do conhecimento escolar

Legenda: **R** – serve de referência; **A** – se aplica a; **G** – gera; **E** – se enriquece

Fonte: Adaptado de García, 1998, p. 24, tradução nossa.

Os conhecimentos metadisciplinares são tidos como ponto de partida que, necessariamente, precisam ser reorganizados no sentido de torná-los mais complexos. Esse processo não visa à substituição do conhecimento cotidiano pelo científico, mas, sim, à maturação do conhecimento simples para o complexo por meio de conceitos estruturantes, também considerados pelo autor como “nós conceituais”. Assim, os conhecimentos metadisciplinares passam a ser considerados importantes para seleção e organização do conhecimento escolar, visto que os conhecimentos científico e cotidiano são organizados a partir de um marco referencial mais geral (GARCÍA, 1998).

No entanto, para o desenvolvimento de uma proposta didática que pretenda contribuir para a transição de um conhecimento simples para um mais complexo é preciso outra forma de pensamento, e, nessa intencionalidade, García (1998) se apoia nos princípios do pensamento complexo e evidencia que: “O pensamento complexo acarreta, portanto, em uma reforma do entendimento, caracterizada pelo questionamento da tecnoburocracia e do princípio da hiperespecialização que a alimenta, da unidimensionalidade, das visões reducionistas e da disjunção do saber” (p. 84, tradução nossa).

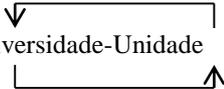
Diante das proposições de García (1998), podemos sintetizar que o conhecimento escolar deve recorrer ao pensamento próprio da nossa cultura, um pensamento que se organiza em diferentes sistemas de ideias (conhecimento científico tecnológico, conhecimento filosófico, cotidiano, religioso etc.) que interagem entre si. Assim, apoiado no pensamento complexo,

reconhece que o mesmo compreende um conjunto de princípios gerais (recursividade, complementariedade, visão sistêmica) e uma série de noções metadisciplinares que atuam como categorias organizadoras do conhecimento.

De acordo com García (1998), as categorias organizadoras do conhecimento são compreendidas como conceitos integradores baseados na complementariedade de seus opostos, de forma que a diversidade não poderá ser compreendida sem sua unidade, assim como os sistemas sem suas partes e a interação em um caráter dinâmico de seus componentes. São oriundos da busca do que há em comum nas propriedades dos sistemas físico, biológico e social e na reflexão metadisciplinar sobre esses aspectos. Além disso, trata-se de um conhecimento de referência, um direcionamento, e não o conteúdo que o educando deverá aprender.

As categorias organizadoras são tipologias dos conceitos metadisciplinares que facilitarão a transição de um pensamento simples para um pensamento mais complexo, e foram compreendidas em noções de: 1) *diversidade*; 2) *interação*; 3) *sistema*; 4) *troca* e 5) *reorganização permanente* (GARCÍA, 1998). No quadro a seguir, são apresentadas as definições de cada noção:

Quadro 15. Definições conceituais das categorias organizadoras para a transição do “pensamento simples” para o “pensamento complexo”

Categorias	Possibilita compreender...	Denota o “pensamento complexo” pelos princípios...
1) Diversidade	<ul style="list-style-type: none"> • Que a realidade é composta de uma variedade de elementos (diversidade) e a noção de que os elementos são agrupados com base em características comuns (unidade). A diversidade é entendida como as variedades das manifestações dentro de um sistema e na relação com outros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Organização ecológica;  <ul style="list-style-type: none"> • Diversidade-Unidade
2) Interação	<ul style="list-style-type: none"> • Que os elementos se configuram numa rede de inter-relações, nas quais ocorrem trocas ou associações e provocam o aparecimento de novas propriedades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recursividade
3) Sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Que os elementos inter-relacionados constituem uma organização global em que a diversidade é consequência da característica dinâmica do sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema como unidade global organizada pela interação entre os elementos.
4) Troca	<ul style="list-style-type: none"> • Que a capacidade que um sistema possui de se abrir e fechar em função da sua manutenção, o que, por sua vez, sinaliza as trocas de elementos com outros sistemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema dinâmico
5) Reorganização permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Que a capacidade de um sistema de se manter o equilíbrio dinâmico, mediante a troca contínua entre seus elementos e com outros sistemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Organizacional

Fonte: García (1998), tradução nossa.

As categorias metadisciplinares facilitadoras na transição de um “pensamento simples” para o “mais complexo” são consideradas por García (1998) como identificadoras das ideias e indicadoras dos níveis de dificuldade dos educandos sobre determinada situação-problema. Tais categorias corroboram a elaboração conceitual epistêmica sobre QSC apresentada pelos autores deste trabalho no capítulo quatro e serão reconsideradas na construção de um quadro de referência a ser apresentado no próximo capítulo.

Nessa perspectiva metadisciplinar complexa, além das categorias metadisciplinares facilitadoras, García (1998), apoiado em Coll e Solé (1987), determina três critérios importantes para a organização da proposta; são eles: **1) critério epistemológico**: referente aos saberes disciplinares; **2) critério psicológico**⁷⁰: referente à adequação do conteúdo que seja coerente com o nível cognitivo dos educandos e **3) critério sociológico**: ajuda a determinar os conteúdos culturais que os educandos devem incorporar.

O processo de construção do conhecimento escolar complexificado exprime a “reconstrução crítica do conhecimento cotidiano presente nos educandos”, sendo que essa reconstrução pode converter a sala de aula em um local profícuo ao debate e à reflexão de questões socioambientais. Assim, a abordagem didática integradora, por meio da relação entre as perspectivas epistemológica, psicológica e social, potencializa a participação, o debate e o respeito e a tolerância a outras opiniões. Isso acarreta uma tendência geral em possibilitar uma formação crítica por meio da discussão e tomada de decisões sobre as questões que nos afetam (GARCÍA, 1998).

A dinâmica da didática integradora, segundo García (1998), está apoiada em um processo de reorganização contínua e de evolução do conhecimento, cujo ponto de partida são as ideias prévias dos educandos que indicarão os *níveis de formulação*⁷¹. Trata-se de se considerar a reorganização do conhecimento como “um processo aberto e irreversível, em que o novo é elaborado a partir do observável, ou mediante pequenos ajustes no sistema de ideias (assimilação, reconstrução fraca), ou por meio de uma organização mais ampla (acomodação, reestruturação forte)” (p. 148, tradução nossa). Devem levar em conta as análises científico-epistemológicas das noções científicas implicadas; investigação didática sobre as ideias dos educandos e as dificuldades de aprendizagem.

⁷⁰ García (1998) adota como perspectiva psicológica a referência construtivista apoiada na interação do sujeito com os meios físico e social.

⁷¹ Os níveis de formulação, de acordo com García (1998), são responsáveis por determinar a dinâmica do conhecimento escolar e estão vinculados às hipóteses de progressão do conhecimento que são referentes tanto a um conteúdo concreto (construção gradual e progressiva de uma ideia) quanto ao conjunto de conteúdos que se relacionam em uma trama (representação de trocas em um sistema de ideias).

Desse modo, para García (1998), o conhecimento escolar é entendido como um conhecimento organizado e hierarquizado, processual e relativo. Trata-se de um sistema de ideias que se organiza continuamente por meio da interação com outros sistemas de ideias (referentes a outras formas de conhecimento) e se concretiza curricularmente em um conjunto de conteúdos conectados entre si em formato de uma trama. Sintetizamos a proposta de García (1998) por meio do esquema representado na Figura 12.

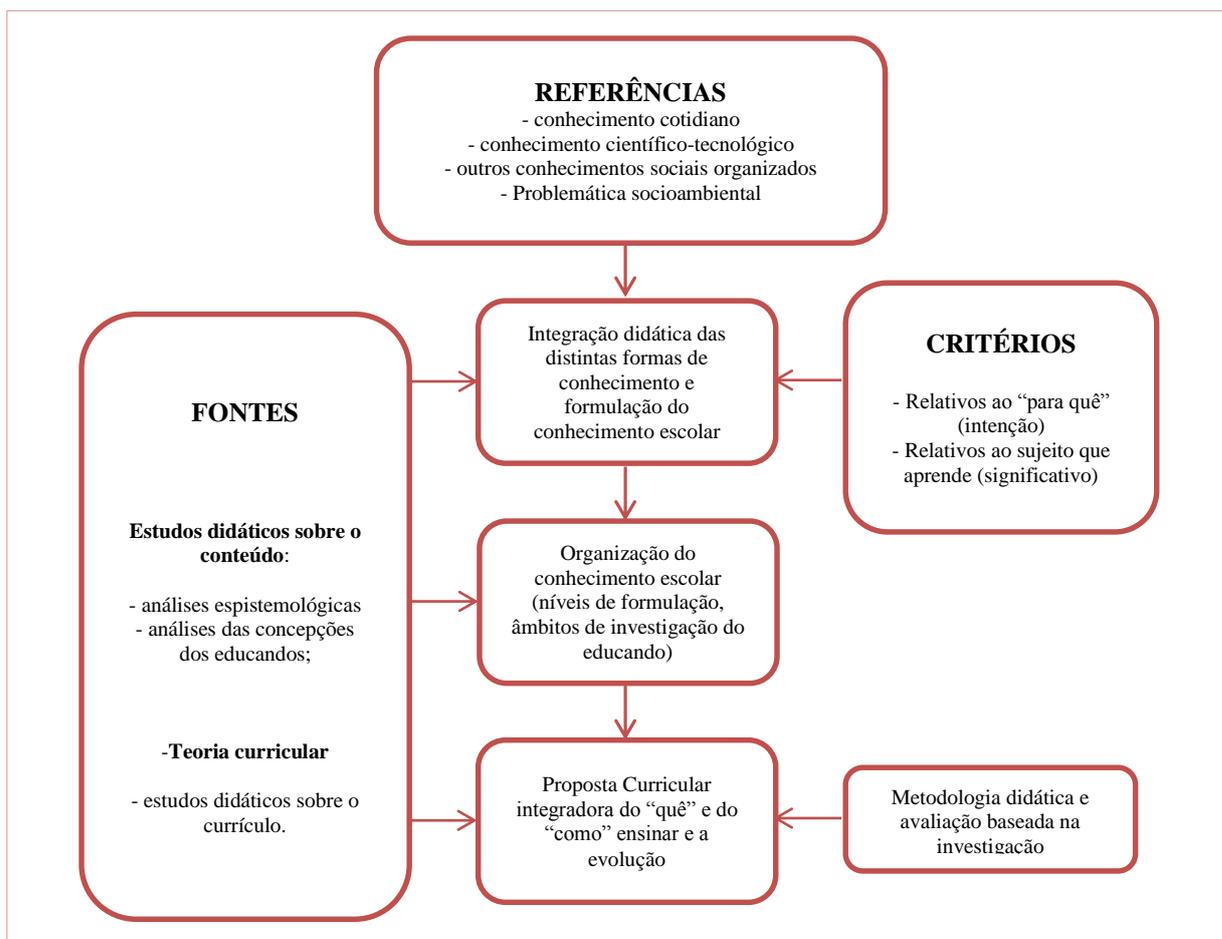


Figura 12. Referências, Fontes e Critérios para organização do conhecimento escolar

Fonte: Adaptado de García (1998), p. 138, tradução nossa.

Diante da explanação do que entendemos e consideramos por conhecimento escolar complexificado apoiados em García (1998), continuaremos a fundamentação da nossa “proposta didático-pedagógica” a partir do que chamamos de “Fundamentos Formativos Intencionais” (FFI).

5.2.2 Fundamentos Formativos Intencionais (FFI)

Os FFI expressam elementos conceituais indicativos à formação da consciência pessoal e humanitária. Portanto, evidencia a intencionalidade em se propiciar condições para esse fim. Nesse sentido, evidenciaremos: **1) Fundamento Identitário – consciência humana:** significa a tomada da consciência, ao mesmo tempo, de sua identidade complexa e de sua identidade comum a todos os outros seres humanos. Como afirma Morin (2002b), trata-se de “reconhecer a unidade e a complexidade humanas, reunindo conhecimentos dispersos nas ciências humanas, na literatura, filosofia e põe em evidência o elo indissolúvel entre a unidade e a diversidade de tudo o que é humano” (p. 15) e **2) Fundamento Ético – consciência antropológica:** significa levar em conta o caráter ternário da condição humana – “indivíduo/sociedade/espécie”. Morin (2002b) afirma que “a ética indivíduo/espécie necessita de controle mútuo da sociedade pelo indivíduo e do indivíduo pela sociedade, ou seja, a democracia; a ética indivíduo/espécie convoca ao século XXI a cidadania terrestre” (p. 17).

Entendemos que os FFI demonstram o caráter relacional entre a organização do conhecimento e a formação de uma identidade planetária e sua implicação na tomada da consciência antropológica. Isso porque a tomada da consciência antropológica se faz em meio à construção de uma identidade que é modelada em contato com o mundo e a cultura, e, portanto, compreendida por meio da dialógica da unidade e diversidade, que são antagônicas e complementares. Para Morin (1999):

O fenômeno da consciência é, ao mesmo tempo, extremamente subjetivo, porque está muito carregado pela presença efetiva do eu individual, e extremamente objetivo, porque se esforça por considerar objetivamente não só o ambiente exterior (o mundo), mas também o eu subjetivo [...], o eu considera-se simultaneamente como sujeito e como objeto de conhecimento e considera o ambiente objetivo, implicando neste a sua própria existência subjetiva (MORIN, 1999, p.132).

O desenvolvimento dessa consciência comporta reflexividade acerca da própria consciência, pois, como afirma Morin (2012b), “a consciência é produto e produtora da própria reflexão” (p. 209). Assim, busca-se, então, por meio da reflexão sobre a construção de uma identidade planetária, o reconhecimento da diversidade e a pluralidade cultural. Dessa forma, o diálogo, o confronto e a discussão em uma atividade didático-pedagógica são condições necessárias para um conhecimento/pensamento que vise agir melhor e retroagir sobre as suas ações e seus comportamentos. Portanto, reconhecemos no fundamento identitário elementos para a construção da consciência humana em complementariedade com o fundamento ético a construção da identidade cidadã com vistas à consciência antropológica.

5.2.2.1 Fundamento Identitário – consciência humana

Nas descrições de Morin (2002a; 2011a; 2012b), identificamos que as características referentes à identidade humana apontam a Filosofia, História, Antropologia, Literatura, Religião, Sociologia e Psicologia como fontes do conhecimento humano que abordam a gênese e a evolução do homem. O autor explicita que a identidade humana é produto de uma evolução cosmo-bio-antropológica e cultural e se constrói gradativamente por meio das interações sociais. Para Morin (2005), a evolução cosmo-bio-antropológica consiste na abordagem da condição humana por meio das jornadas sobre “O Mundo, A Terra, A vida, A humanidade”, e ela não se torna significativa somente pelo quadro em que se situa, mas também pela matriz da qual saiu, pois: “Somos física e quimicamente filhos do cosmos, ao mesmo tempo em que nos tornamos extremamente estrangeiros e estranhos em relação a ele; somos filhos do mundo vivo, saímos da evolução da vida. Mesma coisa em relação à vida...” (p. 269).

O que Morin (2012 b) nos sinaliza é que a identidade biológica e social está ligada à identidade humana e planetária, e isso revela a cultura como capital humano fundamental. Sendo assim, podemos considerar, nos dizeres do autor, que a constituição da identidade humana é iniciada por meio do seu contato com o mundo, o que, por sua vez, transforma a natureza e contribui para a produção de diferentes culturas. Para Morin (2002), a cultura “constitui a herança social do ser humano: as culturas alimentam as identidades individuais e sociais no que elas têm de mais específico. Por isso, as culturas podem se mostrar incompreensíveis ao olhar das outras culturas, incompreensíveis umas para as outras” (p. 64).

Como observado nas palavras supramencionadas, Morin (2012b) relaciona a formação/desenvolvimento da identidade humana a partir de um ponto de vista sociocultural: “A cultura é a emergência maior da sociedade” (p. 165), sendo que cada cultura é compreendida como um capital de memória e de organização no qual se concentram o *capital cognitivo* – práticas e saberes; e o *capital mitológico* – crenças, normas, valores. Além desses, cabe mencionar a linguagem própria de cada cultura, a qual permite a comunicação e transmissão desse capital de indivíduo a indivíduo e de geração em geração, sendo continuamente regenerada. Em outras palavras, revela a relação indivíduo-sociedade, sendo esta “hologramática, recursiva e dialógica”⁷² (p. 167).

⁷² Como já mencionado no capítulo três, a relação indivíduo-sociedade é *hologramática*, pois o indivíduo está na sociedade que está no indivíduo; *recursiva*, pois a relação sociedade-indivíduo não se realiza por um determinismo social, mas conforme um anel de produção mútua indivíduo/sociedade; *dialógica*, pois a relação indivíduo/sociedade é de múltiplas formas, ao mesmo complementar (não há sociedade sem indivíduos nem indivíduos humanos dotados de cultura e linguagem sem sociedade) e *antagônica* (a sociedade reprime desejos

As principais “marcas identitárias” da civilização humana, segundo Morin (2012b), são a *identidade social*; *identidade histórica* e *identidade planetária*. Sendo assim, a nossa identidade individual associada à *identidade social* evidencia que a sociedade está ligada à incorporação de duas outras instâncias da trindade humana (indivíduo/sociedade/espécie): a) *instância biológica*, pois a sociedade autoregenera-se e autopropetua-se por meio da transmissão de caracteres adquiridos; reprodução sexuada; interações entre os indivíduos e entre indivíduos e a sociedade e b) a *instância individual*, pois, “dentro de cada sociedade, cada indivíduo é, ao mesmo tempo, um sujeito egocêntrico e um momento/elemento de um todo sociológico” (MORIN, 2012b, p. 167).

A *identidade histórica* nos permite compreender que a história não constitui uma evolução linear e que se trata de um complexo de ordem, desordem e organização. Dela denota a aventura incerta da humanidade, ou seja, como foi sendo delineada pela civilização ao longo do tempo. Ela nos indica a consciência das incertezas, como afirma Morin (2002b): “Trata-se da sobreposição de devenires que entrechocam com imprevistos, incertezas, que comportam evoluções, involuções, progressões, regressões, rupturas” (p. 83); portanto, a *identidade histórica* nos revela que uma “nova consciência começa a surgir: a humanidade é conduzida para uma aventura desconhecida” (p. 85).

No que compete à *identidade planetária*, essa se constitui para a formação da identidade futura, que se faz pelo reconhecimento do nosso passado histórico, ao mesmo tempo em que se constitui (no presente) em identidade futura. A era planetária, afirma Morin (2012b), pode ser caracterizada por dois grandes movimentos de mundialização. O primeiro vem do desenvolvimento impetuoso, no começo do século XVI, impulsionado pelas conquistas dos continentes, marcado pelas grandes migrações, pelo desenvolvimento industrial, pela exploração. O segundo, demarcado pelo século XIX, complementar e, sobretudo, antagônico ao primeiro, trata-se da mundialização do humanismo, dos direitos humanos, da ideia de democracia, de solidariedade humana. Desse modo, para Morin (2012b), o fenômeno da planetariedade nos indica a gestação de uma “sociedade-mundo”, na qual seria desejável examinar os seus processos históricos para lançarmos o futuro da humanidade.

Morin (2013b) nos indica, a partir de suas reflexões sobre os problemas da educação, que há sete “buracos negros”⁷³ em todos os sistemas de educação. Dentre eles, está o problema da

e aspirações individuais que tendem a transgredir as barreiras, normas sociais, colocadas justamente para inibi-los (MORIN, 2012b, p. 167).

⁷³ Os “buracos negros” a que Morin (2013b) se refere são: conhecimento; conhecimento pertinente; a condição humana; a compreensão humana; a incerteza; a era planetária e a antropoética.

“condição humana” e da “compreensão humana”. A primeira está relacionada à identidade de ser humano, e a segunda, à compreensão uns dos outros. Para Morin (2013b), aspectos relacionados ao ser humano são estudados de forma inteiramente separada, disjunta e desintegrada. Para o autor, o problema central está na ausência do questionamento reflexivo: “Quem somos nós?”, e acrescenta:

[...] Temos uma natureza biológica, uma natureza social, uma natureza individual. A Sociologia mostra o destino social do ser humano, a Psicologia mostra seu destino individual, a História, seu destino histórico, a Economia, seu destino econômico, que se desenvolve nos tempos modernos do ser humano. Tudo isso se encontra separado. **Não somos um espelho do universo, mas, em nossa singularidade – porque ultrapassamos a natureza –, todo o universo encontra-se contido em nós.** Justamente o que desenvolvemos como algo estranho, exterior à natureza, permite que conheçamos um pouco mais este universo (MORIN, 2013b, p. 93, grifo nosso).

Nesse sentido, o conhecimento da condição humana relaciona simultaneamente a unidade e a diversidade, pois o ser humano, como descrito por Morin (2012b), como um ponto de holograma, não é apenas uma pequena parte do cosmo⁷⁴, mas também situa o cosmo nele mesmo. Para o autor, a tríade “indivíduo-sociedade-espécie”, em recursividade e por meio da interpretação das dimensões complementares/concorrentes/antagônicas do humano, “(...) mostra também que a identidade humana comporta uma identidade física e biológica. (...) Mostra, enfim, a ‘humanidade da humanidade’, a identidade que distingue o ser humano tanto da natureza quanto da animalidade, mesmo que venha da natureza e permaneça um animal” (p. 288).

A partir dessa compreensão, Morin (2002b) considera que a “união planetária”, ou seja, a consciência e o sentimento de pertencimento mútuo de união à Terra, indica-nos a necessidade de se avançar na noção do que ele chama de “Terra-pátria”. Como já mencionado, todos temos uma identidade comum em nossas diversidades individuais, culturais e sociais e vivemos os mesmos problemas fundamentais. Por isso, é necessário, segundo o autor, “estar aqui” no planeta. Isso significa “aprender a ser, viver, dividir e comunicar como humanos do planeta Terra” (p. 76).

Para tanto, devemos inscrever em nós as consciências: a) antropológica: reconhecimento da unidade na diversidade; b) ecológica: reconhecer que habitamos a mesma esfera viva (biosfera); c) cívica terrena: responsabilidade e solidariedade com os filhos da Terra e d) espiritual da condição humana: exercício complexo do pensamento que nos permite a

⁷⁴ É a representação das ligações entre as características do universo como um todo. É o conjunto de tudo o que existe, desde o microcosmo ao macrocosmo. De acordo com Morin (2012b), “(...) todo indivíduo, mesmo aquele reduzido à mais banal das vidas, constitui um cosmo” (p. 93), pois constitui-se em um universo complexo.

autocrítica ao mesmo tempo em que a auto-compreensão. Desse modo, ao desenvolvermos a consciência de nossa humanidade, nos comprometemos a transformar a espécie humana em verdadeira humanidade que nos conduzirá à solidariedade de todos para todos (MORIN, 2002b).

O FFI identitário consiste, sobremaneira, em se evidenciar a ligação e as especificidades que caracterizam a distinção de um sujeito do outro, de um grupo de outros e até mesmo de uma sociedade de outras. Portanto, está para a identificação do “eu subjetivo”, do “eu com o outro” e do “nós enquanto integrados em sociedade e com outras sociedades”. Em outras palavras, sinaliza a unidade, evidencia a diversidade e a compreensão da sua inseparabilidade. Como afirma Morin (2012b), é importante que possamos compreender o mundo, o ser humano e a humanidade. Para tanto, é preciso reconhecê-los com base nos operadores do conhecimento/pensamento complexo, pois visam à condição de inseparabilidade da unidade e diversidade humanas por meio dos princípios recursivo, dialógico e hologramático.

Nesse sentido, é necessário compreender o processo em que se deu a totalidade humana em um contexto plural na qual ela está situada. Assim, a contextualização histórica passa a ser a ferramenta para o desenvolvimento da consciência identitária humana. É preciso evidenciar historicamente aos educandos os desvios históricos que consistem em desordens, regressões parciais, mas que impulsionaram e impulsionam a história da humanidade. Não existe uma história linear, portanto é preciso evidenciar as facetas dialógicas próprias à trindade humana (indivíduo-sociedade-espécie). Nas palavras de Morin (2012b), “a história é uma surpreendente, sombria, ignóbil e gloriosa aventura, e não sabemos para onde ela nos levará. É o fim da história que, retroagindo sobre seu curso até as origens, poderia dar-nos o sentido” (p. 222).

O desafio do FFI identitário está em propiciar ao educando elementos para se compreender a humanidade à qual pertence a partir de suas condições cósmica, física, terrestre e humana. Assim, além da ferramenta histórica, precisamos da ferramenta cultural, pois, para ensinar a condição humana e, desse modo, contribuir para a sua identidade, é preciso valorizar a diversidade, as múltiplas identidades, o respeito ao outro, as diferenças e, principalmente, o estabelecimento do diálogo. Como afirma Morin (2002b), “estes devem reconhecer-se em sua humanidade comum e, ao mesmo tempo, reconhecer a diversidade cultural inerente a tudo o que é humano” (p. 47).

Morin (2002b) enfatiza ainda que a cultura acumula em si o que é conservado, transmitido, aprendido e comporta normas e princípios de aquisição. Isso quer dizer que o homem só se realiza plenamente como ser humano pela cultura e na cultura. Para o autor, não

existe a relação triádica indivíduo/sociedade/espécie sem a concepção de que as interações entre os indivíduos produzem a sociedade que testemunha o surgimento da cultura e que retroage sobre os indivíduos pela cultura. Em outras palavras, é a cultura e a sociedade que garantem a realização dos indivíduos, e são essas interações entre os indivíduos que permitem a perpetuação da cultura e a auto-organização da sociedade.

A seguir, apresentamos uma ilustração acerca dos elementos do FFI Identitário (Figura 13), com o intuito de expressar a relação desses elementos com a contribuição para a consciência humana:

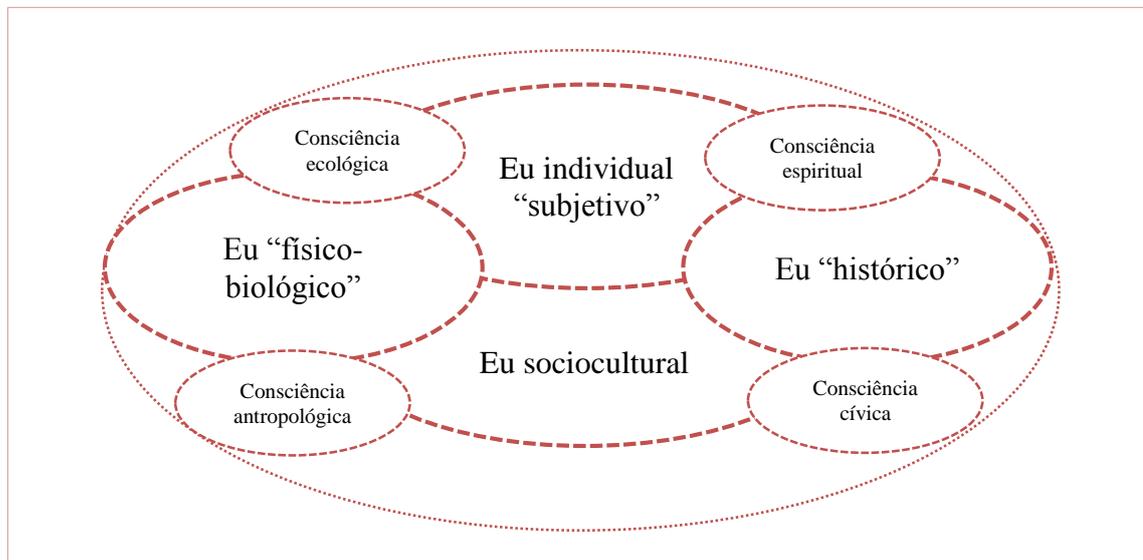


Figura 13. Constituição da Identidade Planetária via diversidade da consciência humana

Fonte: Elaboração da autora.

Como afirmam Petraglia e Gonçalves (2012), cabe ressaltar que as identidades não são fixas e determinadas; elas são provisórias, o que significa que podem ser modificadas, reorganizadas em função da cultura em que estão inseridas de acordo com o tempo histórico, as posições de poder, o local geográfico. Desse modo, podemos entender a identidade como um processo de identificação individual com o contexto cultural em determinados espaço e tempo.

Portanto, para a tomada de consciência da condição-identidade humana, é preciso ilustrar aos educandos o caráter multifacetado do humano por meio do “eu biológico”, “eu individual”, “eu social-cultural”, “eu histórico”. Todos entrelaçados e inseparáveis, ou seja, um pensamento/conhecimento da complexidade humana. Desse modo, explicita Morin (2002b), iria conduzir-se à tomada de consciência também da diversidade dos indivíduos sobre a nossa condição como cidadãos da Terra.

5.2.2.2 Fundamento Ético – consciência antropeética

Há na tríade “indivíduo/sociedade/espécie” a distinção, ao mesmo tempo, inseparável das fontes biológica, individual e social pelos princípios recursivo, dialógico e hologramático. Essas três fontes, como já mencionado no tópico anterior, estão na própria qualidade de sujeito. Para Morin, “ser sujeito” é se autoafirmar, situando-se no centro do seu mundo, o que certamente comporta um princípio de exclusão – fonte de egoísmo e que garante a identidade singular do indivíduo e, de maneira complementar e antagônica, um princípio de inclusão – pelo apego, pelo incluir em si o “Nós”. Daí decorre a compreensão da ideia de “dupla identidade” do sujeito, pois cada um vive para si e para o outro de maneira dialógica, ou seja, ao mesmo tempo, complementar e antagônica, pois ser sujeito é associar egoísmo e altruísmo (MORIN, 2005; 2011c).

É na relação e na crise trinitária indivíduo/sociedade/espécie que se fundamenta a importância do princípio ético. É ela, a ética⁷⁵, quem mantém a vitalidade do circuito trinitário. Essa vitalidade é despertada pelo interior da consciência moral, pois “o ato moral é um ato de religação: com o outro, com uma comunidade, com uma sociedade e, no limite, uma religação com a espécie humana” (MORIN, 2011c, p. 21). Desse modo, de acordo com Morin (2011c), a ética manifesta-se para nós, de maneira imperativa, como exigência moral, pois o seu imperativo origina-se numa fonte interior ao indivíduo – como a injunção de um dever e exterior – por meio da cultura, das crenças e das normas de uma comunidade.

Nas palavras de Morin (2011c), “todo olhar sobre a ética deve reconhecer o aspecto vital do egocentrismo, assim como a potencialidade fundamental do desenvolvimento do altruísmo” (p. 21). Assim sendo, para o autor, a ética é como um metaponto de vista que comporta uma reflexão sobre os fundamentos e princípios da moral, visto que a consciência moral contribui para unir indivíduo/sociedade/espécie, superando, até certo ponto, as oposições e os antagonismos desses três termos.

A consciência moral, de acordo com Morin (2011c), emerge historicamente do desenvolvimento complexificador da relação trinitária indivíduo/espécie/sociedade. É fato que os fundamentos da ética encontram-se em crise, e esta se situa nos fundamentos: da certeza, do conhecimento filosófico e do conhecimento científico. Para o autor, o desenvolvimento

⁷⁵ Diante da frequência com que somos questionados sobre a distinção entre ética e moral, Morin (2011c) explica que utiliza o termo “ética” para designar um ponto de vista supra ou metaindividual e “moral” para nos situar no nível da decisão e da ação dos indivíduos. Enfatiza ainda que a moral individual depende implícita ou explicitamente de uma ética, sendo os dois termos inseparáveis e, dependendo do caso, indiferentes um ao outro.

histórico da autonomia individual acarretou na autonomia e privatização da ética. Isso porque o individualismo conduz ao egocentrismo, e este, por sua vez, tende a inibir as potencialidades altruístas e solidárias. Desse modo, a ética torna-se individualizada, há um enfraquecimento da responsabilidade e da solidariedade e impõem-se uma distância entre a ética individual e a ética da cidade (MORIN, 2011c).

É preciso reconhecer que a ética depende das condições sociais e históricas que a fazem emergir, e é no indivíduo que se situa a decisão da ética; portanto, cabe a ele escolher seus valores e suas finalidades. Se não há raízes, fontes históricas e consciência altruísta, não estará presente o sentimento do dever, da obrigação moral nem o princípio da inclusão, uma fonte subjetiva individual da ética. Para o autor, a crise dos fundamentos da ética é produzida e produtora de:

- Aumento da deteriorização do tecido social em inúmeros campos;
- Enfraquecimento, no espírito de cada um, do imperativo comunitário e da Lei coletiva;
- Fragmentação é, às vezes, dissolução da responsabilidade na compartimentação e na burocratização das organizações e empresas; um aspecto cada vez mais exterior e anônimo da realidade social em relação ao indivíduo;
- Hiperdesenvolvimento do princípio egocêntrico em detrimento do princípio altruísta;
- Desarticulação do vínculo entre indivíduo, espécie e sociedade;
- Desmoralização que ‘culmina no anonimato da sociedade de massa, na avalanche midiática e na supervalorização do dinheiro’ (MORIN, 2011c, p. 27).

Frente a essa crise, Morin (2011c) nos alerta ser preciso “nutrir” a ética em suas fontes para então regenerar os princípios de responsabilidade-solidariedade. Nesse sentido, explicita a crise nas fontes da ética, sendo elas: a) individual – por ser asfixiada pelo egocentrismo; b) comunitária – desidratada pela degradação da solidariedade; c) social – alterada pela compartimentação da realidade social e atingida por diversos tipos de corrupção e d) bioantropológica: enfraquecida pelo primado do indivíduo sobre a espécie.

Portanto, não cabe buscarmos um novo fundamento para a ética, mas, sim, alimentar com novas energias as suas fontes para então regenerar o circuito de religação “indivíduo/espécie/sociedade”. Para tanto, Morin (2011c) revela ser o “pensar bem” o princípio da moral. Esse princípio consiste na busca de um saber que deverá ser incessantemente renovado, para que, então, seja possível atingir uma consciência intelectual que, segundo o autor, é inseparável do princípio da consciência moral, como afirma: “A ética deve mobilizar a inteligência para enfrentar a complexidade da vida, do mundo e da própria ética (p. 60)”.

O trabalho para o “pensar bem” inclui a compreensão que efetua a relação de sujeito e sujeito, ou seja, reconhece a complexidade humana, ao religar os conhecimentos, e orienta para

a religação entre seres humanos e para a solidariedade. Enfim, o pensamento complexo alimenta a ética. Como já evidenciado por Morin (2002b, 2005, 2011a), esse pensamento comporta uma dimensão epistemológica que diz respeito ao conhecimento do conhecimento e também uma dimensão antropológica acerca do conhecimento do humano. É esse “pensar bem” (pensamento complexo) que coloca em circuito a epistemologia e antropologia. Nesse circuito, a ética é o elo que estabelece a importância de uma dimensão para outra. Isso por que a ética é o enfrentamento à barbárie do espírito (MORIN, 2011c).

A Figura 14 explicita a importância do princípio ético na revitalização da tríade indivíduo/sociedade/espécie via “pensar bem”.

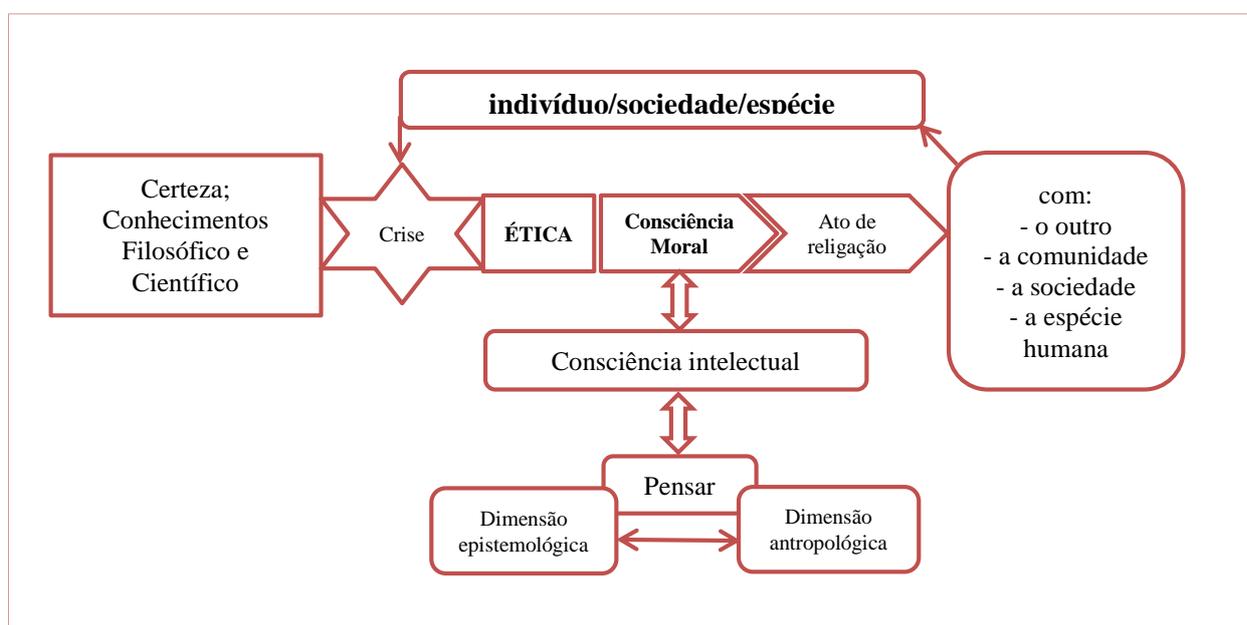


Figura 14. O princípio Ético na revitalização da tríade indivíduo/sociedade/espécie

Fonte: Elaboração da autora.

No entanto, é preciso destacar que há uma incerteza, assim como a complexidade intrínseca à ética. Portanto, a complexidade ética impõe ser necessário incorporar a problemática, a incerteza, os antagonismos internos e as pluralidades. A incerteza está no destino humano, e assumi-la conduz a assumir a incerteza do destino humano. Porém, para além de ser compreendida como “inação”, a incerteza também estimula. Como afirma Morin (2011c), “a incerteza introduz-se no justo e no bem: onde está a justiça? Onde está a verdade ética? Lei? Castigo? Misericórdia? Perdão? Onde está o verdadeiro bem? Na obediência da lei? Na virtude? No amor? Na insubmissão?” (p. 58).

Portanto, devemos assumir a incerteza a partir dos efeitos inesperados, e, nesse processo, nós nos valemos de um conhecimento capaz de considerar as condições da ação e a própria ação, ou seja, de contextualizar antes e durante a ação. Nos escritos de Morin (2011c), podemos identificar a ética diretamente relacionada aos modos e processos cognitivos. Isso quer dizer que o modelo de conhecimento que se adota poderá conduzir a uma ação/intencionalidade ética. Nesse propósito, os conhecimentos gerados a partir das nossas compreensões acerca da realidade direcionam as nossas ações em nosso contexto.

No centro das descrições de Morin (2011c) sobre a ética, está o seu vínculo com o conhecimento, como descreve: “A compreensão necessita de um conhecimento complexo. Para lutar contra as raízes da incompreensão, é preciso um pensamento complexo. Daí, mais uma vez, a importância de ‘trabalhar pelo pensar bem’” (MORIN, 2011c, p. 123). Desse modo, trabalhar e “pensar bem” em busca da compreensão humana, de acordo com o autor, é uma necessidade desafiante contemporânea e, portanto, a busca por uma ética complexa.

Morin (2011c) utiliza o termo “ética complexa” relacionado ao “pensar bem” e “agir bem”, que, por sua vez, significa “pensar e agir complexo”. A ética complexa, para Morin (2011c), necessita daquilo que é mais individualizado no ser humano: a autonomia da consciência e o sentido da responsabilidade. Assim, insere-se num circuito de religação, onde cada instância é necessária às outras, ou seja, a antropologia e a epistemologia, assim como os processos cognitivo e moral, são a base da ética complexa.

A ética complexa comporta três componentes: 1) a autoética – sinaliza a formação da autonomia individual, da consciência e decisão pessoal pela autocrítica e autoanálise. “A autoética é, antes de tudo, uma ética de si para si que desemboca naturalmente para o outro” (MORIN, 2011c, p. 93); 2) a socioética – também chamada por Morin (2011c) de “ética da comunidade” – incita-nos a trabalhar por uma sociedade de alta complexidade, ou seja, de solidariedade e de liberdade e 3) a antropológica – é um modo ético de assumir o destino humano, mediada pela decisão individual consciente, ou seja, pela autoética. Esses três componentes se entrecruzam em atos que promovem a religação com o outro, com a sociedade, com a espécie, com o universo num todo, pois, sob a ótica da complexidade, tudo é solidário.

Assim, o FFI ético consiste em trabalhar um conhecimento alicerçado na compreensão da relação da dimensão epistemológica e antropológica. Isso significa trabalhar para um “pensar bem”. Nesse sentido, a finalidade do princípio ético se justifica por meio de duas faces complementares: a resistência à crueldade e a realização da vida humana. Como evidenciado por Morin (2011c), o viver humanamente é assumir as três dimensões da identidade humana,

ou seja, a individual, a social e a antropológica. Isso quer dizer que o princípio ético via consciência moral torna possível a revitalização e a relação entre essas três dimensões.

A Ética assume a dialógica – egocentrismo/altruísmo – do sujeito, fortalecendo a busca pela compreensão do reconhecimento no outro e, ao mesmo tempo, a diferença e a sua identidade. É, por sua vez, o respeito à diferença e à solidariedade humana, sendo a sua concretização a “antropoética”. Em outras palavras, o princípio ético está para a comunicação; e a evidenciação da interdependência está para a “ética da religação”, para o fortalecimento da tríade indivíduo/sociedade/espécie.

Para Morin (2003) a epistemologia fundamenta a ética e ambas fundamentam a política. Nesse sentido, ao pensarmos sobre a cidadania terrena, a dimensão política de acordo com o autor, se revela como propósito de desenvolvimento do ser humano, como ser social e suas relações mútuas na busca da hominização. Trata-se de compreender a política a partir da multidimensionalidade dos problemas humanos e portanto no reconhecimento das relações de poder que se dão no contexto cultural, levando o sujeito à tomada de decisões. Assim, Como afirma o autor, “A ética necessita, na maior parte dos casos, de uma estratégia, isto é, de uma política, e a política põe o problema dos meios e dos fins éticos” (MORIN, 2003, p. 105).

O desafio do FFI ético consiste no reconhecimento da incerteza e, a partir deste, torna-se estrategicamente uma ação. Cabe aos educandos entenderem as contradições, os antagonismos, as incertezas e ambiguidades presentes na complexidade ética. A partir daí, superar o redutor código binário “bem/mal”, “justo/injusto”, pois, como afirmado por Morin (2011c), “a ética complexa aceita que o bem possa conter um mal, o mal um bem, o justo o injusto, o injusto o justo” (p. 58). Assim, complementando essa afirmativa, o autor esclarece que “necessitamos de um conhecimento capaz de levar em consideração as condições da ação e a própria ação, de contextualizar antes e durante a ação” (p. 59).

Consideramos que o FFI ético envolve necessariamente a realização de uma análise crítico-reflexiva das normativas que têm orientado as sociedades em um processo histórico, caracterizando os conflitos gerados ao longo do tempo. Isso poderá evidenciar elementos que nos façam compreender a crise ética vivenciada na contemporaneidade. Além disso, é preciso romper com uma visão linearizada acerca da ética antropocêntrica – centrada no sujeito – e apresentar a perspectiva da antropoética, ou seja, o fortalecimento da consciência altruísta.

Essa intencionalidade está direcionada para a elucidação dos contextos de valores, individuais ou coletivos, e as ideologias presentes em todas as situações interpessoais e de conteúdo diferentes, tornando possível que os educandos entendam como os valores são gerados e como assumem diferentes discursos em determinados contextos.

Portanto, o FFI ético é a expressão da tomada de um posicionamento crítico, da compreensão reflexiva de situações que expressem os conflitos advindos das relações humanas com o intuito de projetar melhores situações para todos, ou seja, em situações de cooperação por meio da consciência altruísta. Nessa perspectiva, a prática docente está para a formação de um educando que saiba “pensar bem”, ou seja, realizar suas escolhas de maneira consciente, aderindo ou questionando as “regras sociais” e analisando os impactos de suas escolhas frente à sua responsabilidade social.

5.3 Currículo e transdisciplinaridade

A dimensão “Didático-Pedagógica” que temos explicitado ao longo deste capítulo buscou, nos princípios do pensamento complexo, fundamentos para reflexões e direcionamentos voltados para a abordagem estratégica de QSC no Ensino de Ciências. Isso implica necessariamente uma organização curricular que esteja apoiada na articulação dos saberes, o que denota um planejamento no qual o conhecimento científico seja trabalhado contextualmente, reconhecendo a incerteza, a cultura e a história como elementos de significação.

Cabe mencionarmos, ainda, que não objetivamos nesse pequeno subtópico apresentar descrições sobre os diferentes enfoques acerca do currículo. Nosso objetivo é contribuir com uma ressignificação conceitual acerca do pensamento complexo e suas projeções para o repensar da organização curricular com vistas à transdisciplinaridade. Nesse sentido, direcionamos nossas reflexões mediante o seguinte questionamento: como pensar a organização curricular a partir do Pensamento Complexo?

A palavra “currículo”, oriunda do latim *Curriculum*, apresenta como significado caminho, trajetória, percurso. No cenário educativo e voltado ao pensamento complexo, trata-se, como afirma Moraes (2010), de um caminho a ser seguido, realimentado, reorientado e bifurcado sempre que necessário pela ação dos envolvidos. Porém, segundo a autora, um caminho que, a princípio, deveria estar sujeito ao imprevisto, ao inesperado; sujeito às situações emergentes, ao acaso, à ecologia da ação, o que, na maioria das vezes, não acontece.

O currículo, de acordo com Arroyo (2013), é o núcleo e o espaço central mais estruturante da função da escola, portanto é o campo mais normatizado, mais politizado, inovado e ressignificado. Para o autor, o campo do conhecimento se tornou mais dinâmico, mais complexo e mais disputado. Isso se deve ao fato de não estarmos mais em uma cultura sociedade do conhecimento, mas, sim, em uma acirrada disputa pelo conhecimento, pela ciência e tecnologia, e isso faz do currículo um território de disputa. O autor afirma que: “Estamos ainda em uma

contenda por interpretações e epistemologias capazes de entender as contradições do social e de fundamentar outros projetos de sociedade, de cidades, de campo, de um viver mais digno e mais humano. O campo do conhecimento e da ciência repolitizado” (ARROYO, 2013, p. 14).

Corroboramos com Arroyo (2013) por entendermos que temos direcionado nossas propostas com intencionalidade para a aproximação entre a dinâmica social e escolar e a dinâmica das políticas e diretrizes curriculares, na tentativa de “abrir” os currículos para a riqueza de experiências sociais e de conhecimentos e a diversidade de sujeitos políticos e culturais. Esses são pressupostos da nossa concepção de currículo, a fim de que, nessa dinâmica, o educando seja reconhecido como sujeito ativo portador de vivências, saberes, valores, culturas, de leituras de si e do mundo.

Também vimos, nas descrições de Moraes (2010), que todo currículo planejado deve estar atento e reconhecer que a incerteza e a bifurcação estarão sempre presentes, como descrito pela autora: “(...) Toda e qualquer ação pode entrar no jogo das inter-retroações, da cooperação ou da recursão, podendo ou não ser desviada da rota inicialmente planejada ou dos objetivos preestabelecidos” (p. 4). Desse modo, é necessário que compreendamos o currículo como um planejamento aberto e flexível frente às mudanças que ocorrem nos ambientes de aprendizagem.

Para Morin (2002a; 2002b; 2012a), a aprendizagem que poderá garantir uma formação antropológica é aquela que torna favorável a reforma do pensamento. Esse pensamento assume a subjetividade do sujeito pensante, constituído pela relação entre físico, razão e emoção; um ser multidimensional. Portanto, o currículo deverá reconhecer as subjetividades individual e coletiva, que são constituídas nas relações mútuas e complementares entre si. Esse processo, de acordo com o autor, se dará mediante o aprimoramento da capacidade de reflexão e de sensibilidade para identificar problemáticas que nos cercam. Nesse caminho, a organização curricular é compreendida como uma ferramenta para a concretização das intencionalidades/objetivações.

No foco da organização curricular, tendo como base o pensamento complexo, está o educando/sujeito. A práxis docente adquire novas significações se reconhecido o educando como sujeito ativo, de direitos, e não como “destinatário agradecido”. O conhecimento se aprofunda para além do domínio de noções elementares de ciências e nos obriga a tentar dar conta das grandes questões sobre a vida e sobre a coletividade. Além disso, o conhecimento não é uma cópia da realidade, mas produto do agir sobre ela, de tentar transformá-la e compreender seu processo de transformação; portanto, é a ação-intervenção que estabelece a relação do sujeito com a realidade (ARROYO, 2013).

De acordo com Moraes (2010), a diversidade cultural e a pluralidade são elementos constitutivos de uma realidade complexa e se manifestam de diferentes maneiras no interior da escola, o que favorece o surgimento de múltiplas referências e possibilidades de interpretação da realidade. A autora ressalta que:

(...) o Pensamento Complexo exige a aceitação da diferença, o reconhecimento da pluralidade, da diversidade, das diferentes leituras de mundo, das diversas linguagens com as quais os indivíduos interpretam os fenômenos constitutivos de sua realidade. Disto se deduz que a atenção à diversidade **não é apenas uma questão de adaptação ou preocupação com a normalidade curricular, mas, sim, um processo de inclusão e de transformação da realidade.** Não é apenas um processo meramente de caráter ético-pedagógico, mas algo de natureza complexa em seu potencial de transformação e libertação (MORAES, 2010, p. 8, grifo nosso).

Nesse sentido, cabe interpretar a sala de aula como um espaço complexo, em que o conhecimento é socialmente construído/reconstruído a partir das relações estabelecidas entre docente, educando e conhecimento. Nesse espaço, são tecidas as redes de significados compartilhados por diferentes sujeitos, mediante as quais são construídos os conhecimentos. Trata-se de “um conhecimento que quebra as barreiras entre o saber científico e o saber popular, entre o conhecimento científico e as histórias de vida, pois estas também podem e devem ser colocadas a serviço da ciência” (MORAES, 2010, p.10).

Para Morin (2013b), “é necessário enraizar o conhecimento físico e biológico numa cultura, numa sociedade, numa história, numa humanidade. A partir daí, cria-se a possibilidade de comunicação entre as ciências” (p. 57). Nesse intento, a ciência transdisciplinar⁷⁶, de acordo com o autor, é a ciência que poderá desenvolver-se a partir dessas comunicações, ante o fato de que o antropossocial remete ao biológico, que remete ao físico, que remete ao antropossocial.

O pensamento complexo nos indica uma organização curricular que deverá situar qualquer acontecimento, informação ou conhecimento em relação a sua inseparabilidade com seu meio ambiente – cultural, social, econômico, político e natural. Trata-se de procurar sempre as relações e as inter-retro-ações em cada fenômeno e seu contexto – a reciprocidade todo/partes. Nesse caminho, busca-se “ecologizar” as disciplinas. Nas palavras de Morin (2012a), é preciso “levar em conta tudo o que lhes é contextual, inclusive as condições culturais e sociais, ou seja, ver em que meio elas nascem, levantam problemas, ficam esclerosadas e

⁷⁶ Morin (2013b) nos adverte de que sua pesquisa metodológica, situada nos seis volumes de “O Método”, não se resume em encontrar um princípio unitário de todos os conhecimentos, pois isso representaria uma nova redução a um princípio-chave que anularia toda a diversidade do real; ignoraria as incertezas. Trata-se de estabelecer uma comunicação com base no pensamento complexo. O objetivo não é fornecer fórmulas programáticas, mas um convite a um pensar sobre si mesmo na complexidade. É o combate à racionalização, que acredita que o real pode esgotar-se num sistema coerente de ideias (p. 58).

transformam-se. É necessário também o “metadisciplinar”; o termo “meta” significa ultrapassar e conservar” (p. 115).

Portanto, não se deve abolir o que as disciplinas criaram, mas, sim, entender que são abertas e fechadas ao mesmo tempo. Essa compreensão sinaliza uma organização por meio da interdisciplinaridade, da multi e da transdisciplinaridade⁷⁷, pois estas permitem uma releitura crítica da lógica disciplinar organizadora da maioria dos currículos existentes. Elas viabilizam o trabalho a partir de um projeto comum que ajuda na superação das fronteiras e melhora a qualidade do processo pedagógico e do conhecimento nele inserido, pois pressupõem a relação de mutualidade, de intercâmbio, de diálogo, de integração e mudança de atitude diante do conhecimento (MORIN, 2012a; MORAES, 2010).

Não existe uma fórmula para essa ação. O que se propõe é uma organização curricular que analise a diferença entre um conhecimento e outro e os qualifique em níveis de integrações possíveis para a construção de um conhecimento pertinente. Nesse processo integrador, os princípios orgânicos para o pensamento complexo – hologramático, recursivo e dialógico – são compreendidos como eixos constitutivos tanto do conhecimento interdisciplinar como do transdisciplinar. No entanto, Moraes (2010) nos alerta de que tais conhecimentos, para que possam ser materializados em sala de aula, requerem mudança de atitude, exigem abertura, diálogo, desapego e, ao mesmo tempo, ousadia, transgressão, perseverança e competência, para que possam ser superadas as dicotomias, as fragmentações, as tensões e as polaridades na busca de um conhecer mais global, profundo e abrangente.

Esses conhecimentos são sempre inacabados, transitórios, em constante vir-a-ser e que, no campo metodológico, implica que o docente utilize enfoques unificadores, processos dinâmicos, criativos, abrangentes e profundos, fundamentados no rigor, na abertura, no diálogo e na tolerância. Nesse sentido, as estratégias pedagógicas são favorecidas tanto pela interdisciplinaridade quanto pela transdisciplinaridade; são elas que promovem as interações todo/partes, local/global, corpo/mente, cognição/emoção, docente/educando, reconhecendo a inseparabilidade existente entre esses elementos (MORAES, 2010).

⁷⁷ Para Morin (2012a), é difícil definir os termos interdisciplinaridade, multidisciplinaridade e transdisciplinaridade porque, de acordo com o autor, são polissêmicos e imprecisos. Como já mencionado em capítulos anteriores desta tese, o autor considera a interdisciplinaridade como significação orgânica de troca e cooperação. A multidisciplinaridade é a associação de disciplinas por conta de um projeto que lhes são comuns, e são convocadas para resolução de problemas. No que compete à transdisciplinaridade, trata-se frequentemente de esquemas cognitivos que podem atravessar as disciplinas; às vezes, isso se dá com tamanha virulência, o que pode deixá-las em transe. Em suma, o autor adverte que devemos conservar as noções-chave que estão implicadas nesses complexos: cooperação; melhor, objeto comum e, melhor ainda, projeto comum (p. 115).

Enfim, a organização curricular apoiada nos princípios do pensamento complexo nos indica um caminho de reconhecimento de diferentes pontos de vista, o que os torna múltiplas referências para o processo de construção de conhecimentos pertinentes. Como indicado por Morin (2002a; 2002b; 2012a), os princípios orgânicos operam como instrumentos facilitadores para a compreensão de fenômenos e, sobretudo, para a integração entre o sujeito e o conhecimento. Um conhecimento compreendido pelo autor como “uma viagem que se efetiva num oceano de incerteza salpicado de arquipélagos de certeza” (MORIN, 2002b, p. 65).

Compreendemos que, frente ao nosso sistema educativo contemporâneo, a intenção de uma organização curricular integradora torna-se um desafio, pois devemos lidar com pontos limitantes a essa ação, como, por exemplo, a formação de professores, a intervenção política, aspectos organizacionais, condições de trabalho, dentre muitos outros. Também é preciso enfatizar que não temos a pretensão de apresentar uma “fórmula mágica” para a abordagem estratégica de QSC e tampouco considerar que esse seria o único caminho para a formação de educandos conscientes, críticos e ativos.

O que propomos, a partir da análise reflexiva das dimensões “Epistêmica e Didático-Pedagógica”, é valorizar e indicar uma visão epistemológica orientadora para uma práxis consciente na/para a formação de um sujeito antropeótico. Nós nos valem do pensamento complexo para a construção das nossas interpretações acerca da elaboração de um conhecimento pertinente no qual evocamos o estudo epistêmico das QSC para essa intencionalidade. Nesse sentido, buscamos, no próximo capítulo, expressar tecituras entre os elementos constituintes das dimensões defendidas nessa tese para a abordagem estratégica de QSC via pensamento complexo.

Segue um esquema, representado na Figura 15, que visa explicitar os fundamentos da proposta didático-pedagógica para a elaboração de um quadro de referência na abordagem estratégica das QSC. Nesta figura, a dimensão didático-pedagógica se constitui por meio de duas vertentes inter-relacionadas e retroativas (práxis educativa e o conhecimento). Assumimos como orientação epistemológica a complexidade e os princípios orgânicos do pensamento complexo e, nessa intenção, o conhecimento que se quer significativo é abordado em uma perspectiva multidimensional caracterizada pela integração entre as ciências naturais e humanas, a cultura e a filosofia. Além disso, como se trata de um conhecimento construído no âmbito escolar, busca-se a integração e enriquecimento das crenças e valores, dos conhecimentos metadisciplinares aos conhecimentos científicos-tecnológicos para contribuir com a transição de formas de pensamento simples a outras mais complexas, sendo os “Fundamentos Formativos Identitários” a expressão da intencionalidade, para o

desenvolvimento de uma consciência pessoal e humanitária – “antropoética”, também definida como o modo ético de assumir o destino humano.

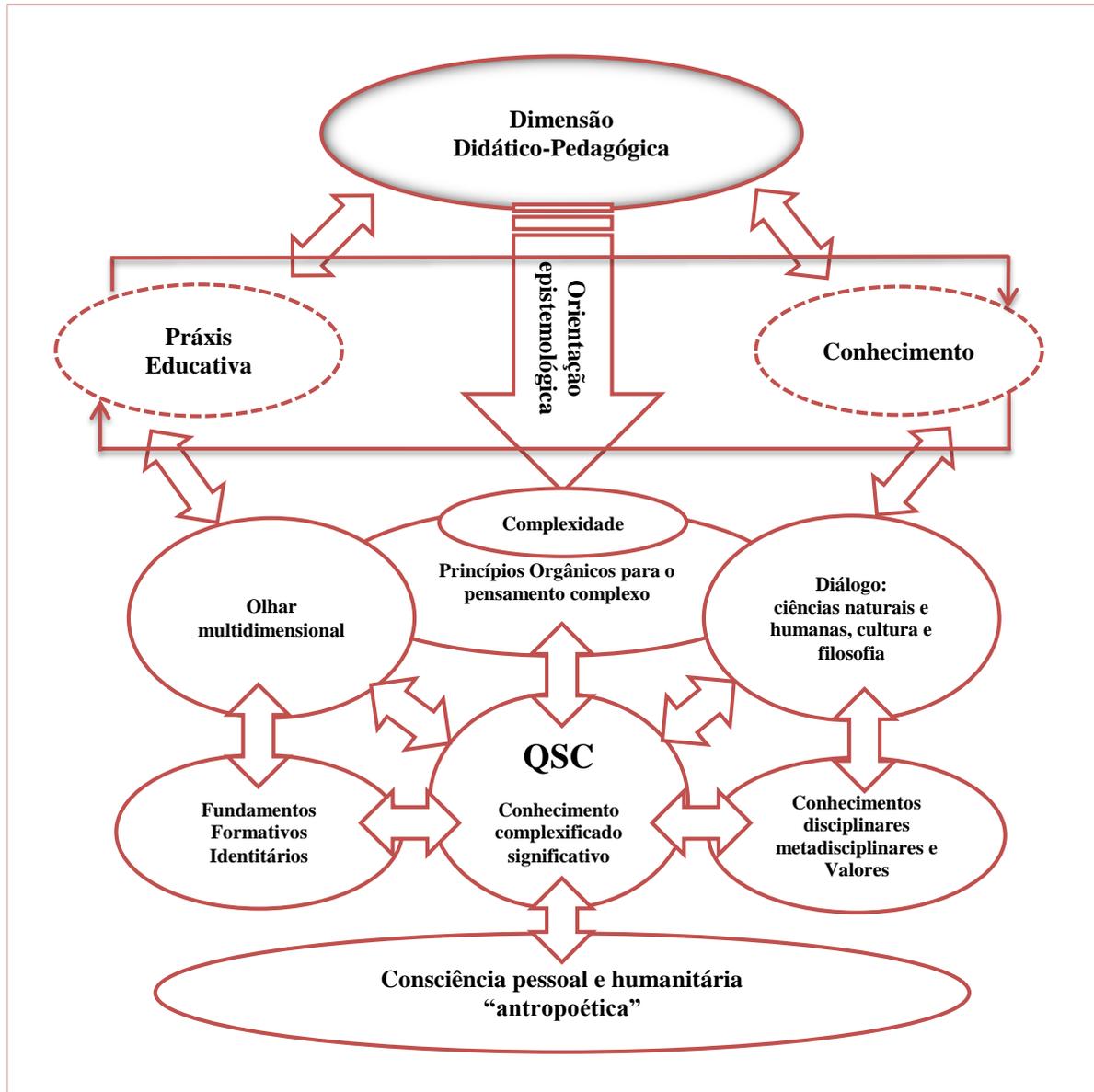


Figura 15. Base Conceitual da Dimensão Didático-Pedagógica

Fonte: Elaboração da autora.

6 QUADRO DE REFERÊNCIA COMPLEXIFICADO

Por entendermos que a práxis docente é intencional e reflexiva, visto que está baseada em uma significação e envolve necessariamente uma ação consciente, apresentaremos, no presente capítulo, por meio do que chamamos de “quadros de estudo”, organizações para o direcionamento de um planejamento estratégico sobre atividades de ensino que envolvam QSC. Trata-se de um convite a reflexões, cuja finalidade consiste em contribuir com o desenvolvimento de um plano de ação consciente. Nessa perspectiva, buscamos relacionar as duas dimensões defendidas ao longo desta tese: “Epistêmica e Didático-Pedagógica”.

Cabe mencionar que as dimensões não podem ser confundidas com etapas, o que implica necessariamente em compreendê-las em sua complementariedade. A dimensão epistêmica simboliza a importância da análise dos elementos conceituais acerca da natureza das QSC, como também a construção de um corpo de conhecimento referente à sua abordagem ao mesmo tempo em que direciona para uma (re)significação do pensar complexo e do fazer pedagógico. A dimensão Didático-Pedagógica explicita núcleos propositivos que reconheçam as especificidades presentes em uma atividade de natureza controversa e o estabelecimento de finalidades (intencionalidade) para a intervenção como um guia a uma prática consciente para a construção de um caminho viável de mediação.

Apoiados nos princípios orgânicos para o pensamento complexo, os “quadros de estudo” foram organizados de modo a explicitarem princípios orientadores que julgamos pertinentes ao estudo/planejamento de atividades de ensino que envolvam QSC. Desse modo, a perspectiva de complementariedade entre os quadros compõe o que chamamos de “Quadro de Referência” para a abordagem teórico-estratégica de QSC.

Nesse intento, serão apresentados quatro quadros de estudo, a saber: **1) Natureza das QSC e a organização de uma situação problemática:** sinaliza elementos que consubstanciam a natureza epistêmica das QSC em um olhar complexo, reconhecendo as controvérsias a partir das relações entre os âmbitos sociocultural e científico-tecnológico; **2) Conhecimento pertinente e os eixos metadisciplinares:** sinaliza a identificação de saberes disciplinares, metadisciplinares e cotidianos na elaboração de uma base de conhecimentos para a compreensão da complexidade das QSC; **3) FFI e o contexto sócio-histórico e cultural:** sinaliza elementos conceituais necessários à formação da consciência pessoal e humanitária com vistas à consciência antropológica e **4) Estratégias organizacionais:** evidencia o

reconhecimento de elementos inerentes à complexidade das QSC a fim de caracterizá-las como atividades estratégicas.

6.1 Quadro de Estudo 1: Natureza das QSC e a organização da problemática

Nessa proposição inicial para a elaboração de um plano de estudos referente à natureza das QSC, resgataremos os elementos conceituais que foram explicitados no capítulo 4. Buscamos, a partir dessa análise, indicar caminhos para a identificação de temas que apresentam controvérsias relacionadas ao âmbito científico-tecnológico. Isso porque julgamos que a análise da natureza epistêmica de QSC com referência aos princípios para o pensamento complexo indicam os elementos formativos necessários a esse tipo de atividade.

As discussões de QSC indicam a predominância de controvérsias entre os âmbitos científico, tecnológico e sociocultural e, por isso, são entendidas como controvérsias sociocientífica. Nesse sentido, entendemos que toda QSC é por sua natureza um tema CTS. Portanto, a análise poderá ser organizada por meio de questionamentos orientadores: 1) O tema é de natureza sociocientífica? 2) Envolve discussões sobre inter-relações CTS? 3) Em que âmbitos estão situadas as controvérsias?

O exercício de análise poderá ser iniciado pela identificação das inter-relações CTS, ou seja, evidenciar as relações/controvérsias entre os âmbitos científico, tecnológico e social. Essa análise sinaliza um estudo prévio acerca das informações a respeito do tema a ser abordado. Assim, identificamos dois parâmetros de predominância conceitual que expressam a relação entre os âmbitos científico-tecnológico e social.

Essas predominâncias conceituais nos indicam que há alguns aspectos que são mais evidentes do que outros, embora ambos estejam caracterizados pelas inter-relações CTS por meio de aspectos políticos, econômicos, valorativos, culturais, ambientais e sociais. Identificar esses aspectos nos direciona à elucidação dos conflitos que estão imbricados nas relações entre a produção científico-tecnológica a partir do contexto social, e vice-versa.

Assim, podemos destacar elementos conceituais: **a) predominantemente técnicos**⁷⁸: aqueles que são centralizadores nas discussões e sua análise necessariamente deverá se valer de compreensões advindas do campo técnico para a realização de julgamentos, mesmo que esses dados sejam apenas indicativos ou hipóteses e limitados; **b) predominantemente**

⁷⁸ Embora entendamos que a produção científico-tecnológica não seja neutra nem afastada das questões socioculturais, utilizamos o termo “técnico” para expressar premissas e ideias gerais predominantes sobre um tema que envolve aspectos da ciência, tecnologia e sociedade. Nossa intenção é indicar a importância de uma análise conceitual em um cenário de reconhecimento das inter-relações CTS.

socioculturais: aqueles em que os aspectos de cunho valorativo – ético e moral, cultural, religioso, ideológico, entre outros – são centralizadores nas discussões e sinalizam controvérsias em relação aos âmbitos da ciência e tecnologia em julgamento.

Vejam, no Quadro 16, a caracterização de controvérsias de cunho sociocientífico no que se refere às relações entre os âmbitos científico, tecnológico e social a partir dos temas controversos “aborto”, “aquecimento global”, “transgênicos” e “eutanásia”.

Quadro 16. Temas CTS e a caracterização da relação dos âmbitos envolvidos

Temas CTS	Aspectos gerais	Elementos conceituais predominantes
Aborto	Referente às discussões controversas que envolvem aspectos valorativos e legais. São grupos bem definidos: pró-vida; e os pró-escolha.	Sociocultural
Aquecimento Global	Referente às causas e efeitos das mudanças climáticas globais. São grupos bem definidos que defendem os efeitos provenientes de ações antrópicas e aqueles de um ciclo natural da Terra.	Técnico
Transgênicos	Referente às discussões sobre vantagens e desvantagens dos alimentos transgênicos e do uso de organismos geneticamente modificados (OGM) na agricultura. Envolve grupos governamentais e não governamentais, empresariais, cientistas.	Técnico
Eutanásia	Prática de se abreviar a vida apoiada no princípio indolor. Envolve aspectos valorativos e legais. São grupos bem definidos: aqueles que defendem a morte como uma escolha e aqueles religiosos.	Sociocultural

Fonte: Elaboração da autora.

Como explicitado, as características dos temas exemplificados direcionam para uma análise acerca das relações entre os âmbitos científico, tecnológico e social. Os temas “aborto” e “eutanásia”, por exemplo, sinalizam a predominância de elementos valorativos religiosos, éticos, morais, ideológicos e políticos, e, se situados apenas nesses âmbitos, não sinalizam um direcionamento controverso científico-tecnológico. Para exemplificar, em uma visão valorativa religiosa, o aborto e a eutanásia são proibidos e, nesse âmbito, não há questionamentos. No entanto, quando localizados frente à relação entre os âmbitos científico-tecnológico e sociocultural, teremos conflitos que manifestam a natureza de uma QSC.

QSC se estendem para uma compreensão que tem por objetivo identificar as relações de produção do conhecimento técnico-científico dentro da sociedade e suas influências e interferências mútuas como atividades sociais. Não se trata somente de avaliar as influências da sociedade na comunidade científica, mas, sim, de repensar essas barreiras e esses limites

entre o “externo” e o “interno”, que denotam as controvérsias, as crises. Essas controvérsias são expressas no elemento valorativo da natureza das QSC.

Vejam os o exemplo do tema “aborto”. Trata-se de uma controvérsia predominantemente sociocultural, pois possui ligações conceituais relacionadas ao próprio conceito de início da vida – fecundação e nidadação. Quando situada em uma perspectiva em que se consideram os aspectos legais e a indústria farmacêutica, por exemplo, teremos um cenário em que aspectos conceituais provenientes do campo técnico poderão ressignificar a representação social acerca do conceito de “feto”, bem como definir critérios do que seja compreendido como “vida”.

No Brasil, o aborto é legalmente proibido, no entanto há exceções⁷⁹. Frente a isso, é autorizada a prescrição e utilização de medicamentos eficazes na interrupção de gestação indesejada. Há, no mercado farmacêutico, a produção de fármacos para essa finalidade, o chamado “aborto medicamentoso”⁸⁰, uma primeira opção para gestações iniciais em mulheres que querem evitar procedimentos cirúrgicos. Desse modo, a controvérsia recai em argumentos morais que representam descaso e desrespeito para com os direitos fundamentais de mulheres e também as características intrínsecas ao fármaco. Isso porque há estudos de casos clínicos que levantaram hipóteses (não comprovadas) sobre a associação entre o uso de um determinado fármaco para aborto e a ocorrência de uma anomalia rara, a síndrome de Moebius⁸¹.

Esse novo cenário (sobre a QSC – aborto) poderá ser organizado frente às controvérsias identificadas pela relação com: a) conceito do que seja vida; b) aspectos legais, morais e éticos; c) tomada de decisão e direito da mulher; d) indústria farmacêutica – medicamentos abortivos; e e) desenvolvimento de anomalias, entre outros, que, por sua vez, expressam ligações conceituais entre os âmbitos social e científico-tecnológico.

⁷⁹ Quando há risco de morte para a mãe devido à gravidez, quando a gestação é resultante de estupro e se o feto for anencéfalo. Nesses três casos, permite-se à mulher optar por fazer ou não o aborto. Quando se decide pelo aborto, o procedimento é realizado gratuitamente pelo Sistema Único de Saúde.

⁸⁰ Essas informações foram retiradas do artigo “Aborto e misoprostol: usos médicos, práticas de saúde e controvérsia científica”, de autoria de Marilena Cordeiro Dias Villela Corrêa e Miryam Mastrella. As autoras ressaltam que estudos brasileiros na área da saúde pública evidenciaram que o recurso do fármaco “misoprostol” é, hoje, o principal meio para se induzir aborto em mulheres no país. Em função do quadro restritivo legal que criminaliza o aborto voluntário, o acesso e, conseqüentemente, o uso seguro desses medicamentos é um grande desafio para a saúde pública.

⁸¹ A síndrome de Moebius é caracterizada por um quadro de paralisia, de origem congênita, de dois pares de nervos cranianos. Em sua manifestação clínica mais comum, o indivíduo apresenta estrabismo convergente e tem expressão facial pobre (CORRÊA; MASTRELLA, 2012).

Em se tratando do tema controverso Eutanásia⁸², embora encontremos na literatura várias classificações conceituais⁸³ sobre o termo, de maneira geral, sua prática é compreendida e justificada a indivíduos com doenças incuráveis, cuja intenção seja evitar um sofrimento deliberado e prolongado. Trata-se, de acordo com Cargnin (2004), de uma prática conscienciosa, racional e humanitária, uma vez que intenciona a melhoria de qualidade de vida das pessoas.

Em países como Uruguai, Holanda, Bélgica e em alguns estados dos Estados Unidos, a eutanásia é uma prática legalizada, diferente do Brasil. Cada país possui seus critérios e posicionamentos em sua legislação penal. Tais posicionamentos são adotados em função de conceitos correlatos, tais como: vida, morte, bioética e direitos.

No entanto, se considerarmos a análise a partir de um cenário que evidencie relatos sobre a evolução das ciências médicas e as novas tecnologias aplicadas na área da saúde, sinalizações acerca do âmbito científico-tecnológico poderão ser identificadas. Esses relatos explicitam que, em decorrência do desenvolvimento de pesquisas e novas tecnologias na área da saúde, houve um aumento considerável da expectativa de vida. Doenças antes tidas como incuráveis, hoje podem ser tratadas, chegando-se a um estado de cura plena ou, ao menos, de controle da sua evolução (CABRERA, 2010). Assim sendo, a controvérsia poderá também ser analisada em um viés a partir do âmbito científico-tecnológico.

Frente às descrições sobre as QSC – “Aborto e Eutanásia”, observamos que o cenário problematizador direciona a organização de um quadro de questionamentos acerca das controvérsias referentes ao âmbito científico-tecnológico. Desse modo, entendemos que evidenciar as controvérsias a partir das relações entre os âmbitos científico-tecnológico e sociocultural pode fundamentar as compreensões sobre a neutralidade, objetividade e imutabilidade dos conhecimentos científico-tecnológicos, como, por exemplo: a) que situações controversas oriundas da produção científico-tecnológica poderão ser identificadas? e b) Que aspectos evidenciam conflitos diretos com a ciência e tecnologia?

A análise conceitual – epistêmica – de um tema que denota controvérsias, sejam elas predominantemente socioculturais ou técnicas, poderá ser realizada mediante cenário problematizado; nesse caso, a partir das inter-relações CTS.

⁸² O termo Eutanásia vem do grego e pode ser traduzido como “boa morte” ou “morte apropriada”. O termo foi proposto por Francis Bacon, em 1623, em sua obra “*Historia vitae et mortis*”, como sendo o “tratamento adequado para doenças incuráveis” (CARGNIN, 2004, p. 9).

⁸³ O trabalho de Cargnin (2004) apresenta um estudo referente ao histórico e às diversas classificações dessa prática. A autora busca explicitar uma classificação contextualizada histórica e culturalmente.

Chamamos de “cenário” o contexto analítico cuja intencionalidade está voltada à elucidação de elementos questionadores que expressem os conflitos entre os âmbitos relacionados. O cenário no qual propomos a análise de QSC é aquele que expressa o que temos defendido nesta tese de “complementariedade objetiva CTS-QSC”. Portanto, nesse momento, utilizamos o cenário conceitual para elucidar que âmbitos estão envolvidos nas discussões de uma determinada QSC.

Dessa evidenciação, partimos para uma análise da natureza epistêmica da referida QSC por meio de uma descrição mais detalhada a partir da análise dos eixos propulsores da abordagem analítica conceitual. São eles: 1) dimensional: situa a ciência e sua relação com dimensões filosóficas, históricas e sociológicas; 2) contextual: evidencia aspectos políticos, econômicos e culturais; 3) específico: elucida conhecimentos disciplinares específicos que tendem a contribuir com as compreensões voltadas ao campo técnico e 4) valorativo: identifica as crenças e os valores éticos e morais. Esses eixos foram caracterizados no capítulo 4 e, quando associados, direcionam para uma abordagem de complementariedade, ao mesmo tempo em que evidenciam as controvérsias situadas nas relações entre os âmbitos envolvidos nas discussões da referida QSC.

A análise conceitual das QSC – “alimentos transgênicos” e “aquecimento global”, por exemplo, caracteriza-se pela relação entre os âmbitos sociocultural e técnico (científico-tecnológico), visto que nos direciona para o conhecimento das dimensões sociais e políticas da ciência e explicita a necessidade de se compreender as dinâmicas da produção científico-tecnológica em suas relações com a sociedade.

Em um cenário CTS, evidenciamos que o estudo das controvérsias acerca dos alimentos e a saúde humana nos indica uma análise voltada às pesquisas que apresentam evidências contraditórias acerca da segurança e da eficácia de práticas de uso dos alimentos transgênicos no que compete à saúde humana. Na mesma direção, encontram-se as discussões sobre o “aquecimento global”, onde controvérsias também residem no âmbito interno da comunidade científica, quando explicitam que as mudanças climáticas podem ser resultantes tanto das ações antrópicas como também de causas de ordem natural do ciclo da Terra.

Vejamos, na Figura 16, um esquema que denota a proposição analítica conceitual de um tema CTS com intencionalidade de analisá-lo e identificá-lo como uma QSC.

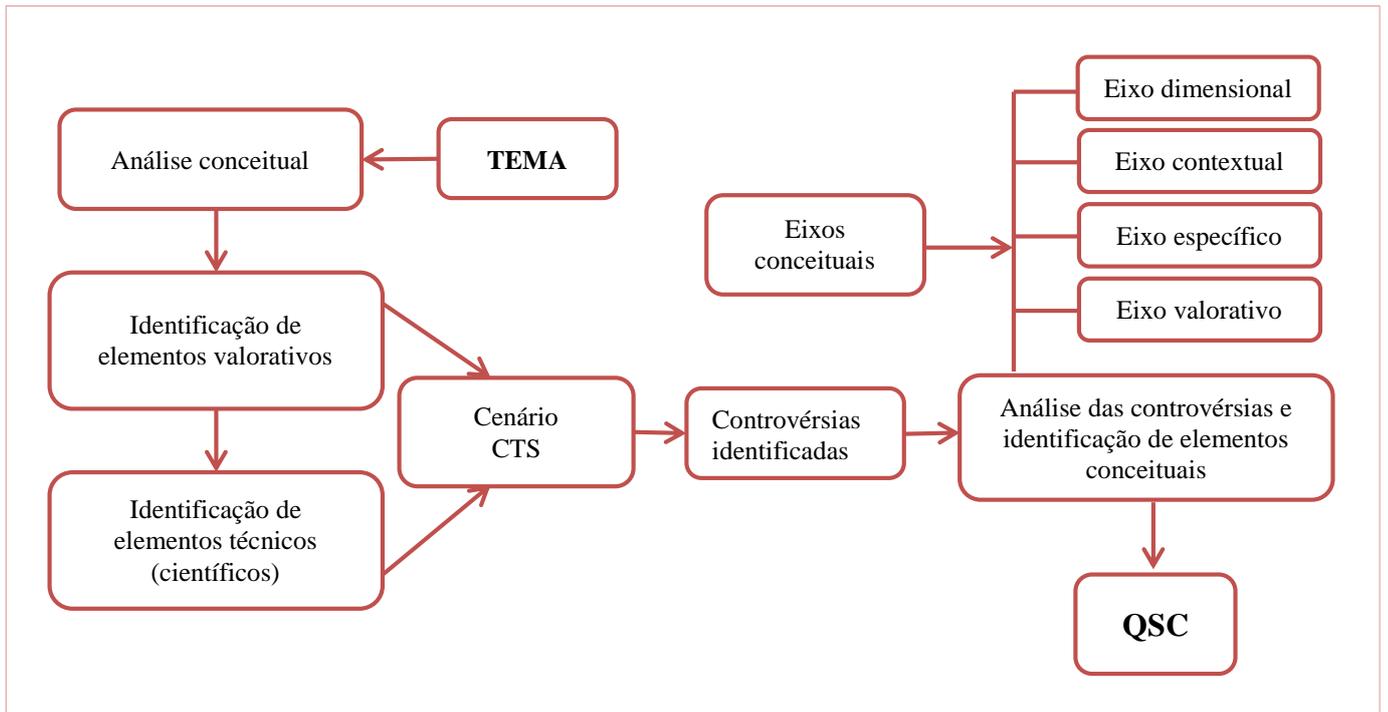


Figura 16. Esquema analítico para identificação de elementos conceituais das QSC

Fonte: Elaboração da autora.

A “complementariedade objetiva CTS-QSC” nos permite situar as relações conflituosas (controversas) via pensamento complexo. Objetivamos que essa análise reconheça as controversas a partir da complementariedade antagônica dos elementos da natureza das QSC. Isso enfatiza o princípio recursivo, hologramático e dialógico da complexidade da natureza das QSC. Isso nos possibilita encontrar uma certa abertura epistemológica capaz de estender a noção de sistema, na tentativa de compreender não apenas a natureza bifocal ordem/desordem, mas, além disso, reconhecer a multidisciplinaridade, o princípio da incerteza e do funcionamento relacional dos sistemas/organizações sociais como unidades complexas.

A partir da premissa de que as QSC sejam, por sua natureza, constituídas por unidades complexas, os princípios recursivo, hologramático e dialógico operam no reconhecimento relacional entre os âmbitos sociocultural e científico-tecnológico. A recursividade nos permite entender que as expressões emergentes da relação entre esses âmbitos advêm das crises, dos conflitos e julgamentos embebidos no ceio dos valores e/ou dos conhecimentos técnicos. Isso porque, conforme evidenciado por Morin (2011a), a recursividade denota que essas propriedades emergentes da relação conflituosa embebem o todo e retroagem sobre as partes na compreensão de que tudo o que é produzido volta-se sobre o que produz em um ciclo autoconstitutivo, auto-organizador e autoprodutor.

A análise da natureza epistêmica das QSC nos permite identificar a noção de que o conhecimento das unidades complexas comporta diversidade e multiplicidade e se constituem em um sistema. Para Morin (2005), o sistema é caracterizado por meio das inter-relações de elementos que constituem uma unidade global. Por sua vez, apresenta duas características principais: a) a inter-relação dos elementos e b) a unidade global constituída por esses elementos em inter-relação. No entanto, não basta associar inter-relação e totalidade, é preciso ligar totalidade à inter-relação e à ideia da organização.

As inter-relações sinalizam a nossa intencionalidade em compreender a complementariedade-antagônica de cada unidade complexa representada pela Ciência, Tecnologia e Sociedade. Buscamos elucidar características dos aspectos imbricados nessas relações, o que, por sua vez, evidencia a diversidade e multiplicidade de interpretações. Essa análise nos permite interpretar que os fenômenos provenientes dessas interações podem se tornar inter-relações organizadas.

Interpretar as inter-relações a partir da noção de organização nos permite conduzir a análise das QSC pela identificação da ligação inter-relacional dos elementos de sua natureza CTS. A ideia de inter-relação explicitada por Morin (2005) remete aos tipos e às formas de ligação entre os elementos e o todo. Por sua vez, essa análise nos indica a importância em se considerar que as inter-relações adquirem um caráter organizacional e produzem um sistema. Denota-se, dessa interpretação, o conceito chamado por Morin (2005) de “trinitário” – inter-relação, organização e sistema –, que “nos direciona ao esforço em se perceber, conceber e pensar de forma organizacional o que nos cerca e que nomeamos de realidade” (p. 134).

6.2 Quadro de Estudo 2: Conhecimento pertinente e os eixos metadisciplinares⁸⁴

Na proposição de um quadro analítico para a identificação do conhecimento pertinente, temos por objetivo apresentar considerações sobre uma base de saberes disciplinares e metadisciplinares com vistas à compreensão da complexidade de QSC. Desse modo, o plano de estudos desenvolvido faz referência à progressão associativa de saberes cotidianos e metadisciplinares e aos saberes escolares. Evidenciamos que essa proposição não consiste em um programa que deverá ser seguido à risca, mas de um estudo sinalizador de elementos que,

⁸⁴ Os eixos metadisciplinares são conhecimentos que envolvem o saber metacientífico, ou seja, o conhecimento sobre a natureza dos conhecimentos disciplinares e a análise histórica, social e epistemológica dos conteúdos disciplinares. Envolve também as cosmovisões ideológicas que determinam os sistemas de ideias que orientam as decisões tomadas tanto no âmbito científico como no cotidiano e no âmbito escolar (GARCÍA, 1998).

quando contextualizados histórica e socioculturalmente, possam contribuir para uma abordagem estratégica apoiada nos princípios do pensamento complexo.

A abordagem estratégica de QSC nos direciona a uma riqueza conceitual caracterizada pela diversidade de âmbitos, dimensões e aspectos envolvidos em suas discussões. Em sala de aula, evidenciar a complexidade das relações e inter-relações entre todos esses condicionantes nos revela a necessidade de um planejamento pautado na delimitação de elementos que poderão indicar a elaboração do quadro de ensino.

O conhecimento pertinente é aquele cuja intencionalidade está voltada para o reconhecimento do erro e da ilusão, como proposto por Morin (2002b). Nas palavras do autor, “o conhecimento, sob a forma de palavra, de ideia, de teoria, é o fruto de uma tradução/reconstrução por meio da linguagem e do pensamento e, por conseguinte, está sujeito ao erro” (p. 20). Esse conhecimento é, ao mesmo tempo, tradução e reconstrução, pois comporta a interpretação e introduz o risco do erro da subjetividade do conhecedor, de sua visão do mundo e de seus princípios de conhecimento.

Desse modo, como explicitado por Morin (2002b), o conhecimento não é espelho das coisas ou do mundo externo, sendo o conhecimento científico um importante meio de detectar os erros e lutar contra as ilusões. No entanto, o autor ressalta que os paradigmas⁸⁵ que controlam a ciência também podem desenvolver ilusões, além de suas limitações frente aos problemas epistemológicos, filosóficos e éticos. Frente a isso, o conhecimento que se quer pertinente deve se dedicar “à identificação da origem dos erros, ilusões e cegueiras” (p. 21). Para tanto, nas palavras do autor:

Para articular e organizar os conhecimentos e assim reconhecer e conhecer os problemas do mundo, é necessária a reforma do pensamento. Entretanto, esta reforma é paradigmática, e não programática: é a questão fundamental da educação, já que se refere à nossa aptidão para organizar o conhecimento (MORIN, 2002b, p. 35).

Desse modo, com base nos escritos de Morin (2012b), caracterizamos o conhecimento como relativo e incerto. Portanto, é necessário relacionar, relativizar e historicizar o conhecimento, o que impõe exigências cognitivas. Significa rearticular todos os conhecimentos objetivos relativos aos fenômenos cognitivos, ou seja, considerar que o conhecer – “[...] ao

⁸⁵ Para Morin (2002b), um paradigma pode ser definido por: promoção/seleção dos conceitos mestres da inteligibilidade. Assim, a Ordem, nas concepções deterministas, a Matéria, nas concepções materialistas, o Espírito, nas concepções espiritualistas e a Estrutura, nas concepções estruturalistas, são os conceitos-mestres selecionados/selecionadores que excluem ou subordinam os conceitos que lhes são antinômicos (a desordem, o espírito, a matéria, o acontecimento). Desse modo, o nível paradigmático é o do princípio de seleção das ideias que estão integradas no discurso ou na teoria, ou postas de lado e rejeitadas (p. 25).

mesmo tempo biológico, cerebral, espiritual, lógico, linguístico, cultural, social, histórico – faz com que o conhecimento não possa ser dissociado da vida humana e da relação social” (p. 26). Esse ato relacional é a expressão que o autor chama de “abertura bio-antropo-sociológica”.

Consideramos as QSC como a expressão das relações entre unidades complexas, cuja análise, fundamentada nos eixos metadisciplinares, sinaliza para as “aberturas bio-antropo-social-histórica-cultural”. Em outras palavras, o exercício cognitivo que as QSC pressupõem deverá, por sua natureza, envolver o conhecimento das inter-relações de seus elementos e, necessariamente, expressam uma emergência daqueles voltados à relação entre o homem, a sociedade, a vida e o mundo, relações essas atingidas e problematizadas pelo conhecimento do conhecimento produzido.

Além disso, as QSC não possuem conclusões simples, e emitir juízos/julgamentos/decisões sobre elas expressam, com efeito, a instauração de um sistema de *metapontos de vista*⁸⁶ que denotam ideias contrárias sobre o objeto de conhecimento. De acordo com Morin (2005), o problema do pensamento complexo é justamente o pensamento articulado, sem incoerências de duas ideias contrárias. Portanto, isso só é possível se encontrarmos: a) o metaponto de vista que relativiza a contradição, b) a inscrição em um circuito que torna produtiva a associação das noções antagônicas tornadas complementares.

Morin (2005) propõe analisar não somente os instrumentos do conhecimento, mas também as condições em que este foi produzido. Sendo assim, verificará que o conhecimento do conhecimento depende de conhecimentos científicos múltiplos e dispersos, mas a validade deles depende de condições “físico-bio-antropo-social-histórico-culturais” de produção e de condições “sistêmico-lógico-linguístico-paradigmáticas” de organização. Por isso, permite a tomada de consciência das condições físicas, biológicas, antropológicas, sistêmicas, linguísticas, lógicas, paradigmáticas de produção e organização do conhecimento.

O que Morin (2012c) nos sinaliza sobre o conhecimento do conhecimento com vistas ao conhecimento pertinente é a necessidade de uma análise situada em metapontos de vista sobre a produção do conhecimento de referência; no caso, dos conhecimentos científicos. Isso porque os conhecimentos científicos são os únicos que sabem resistir à prova da verificação e refutação, fornecendo, assim, dados relativamente seguros para o conhecimento do conhecimento. No

⁸⁶ Os metapontos de vista fazem parte do que Morin (2012c) denomina como “reorganização epistemológica do conhecimento”. Trata-se da necessidade de refletir sobre si mesmo, para se reconhecer, situar-se e problematizar-se, pois, nas palavras de autor, “[...] o conhecimento do conhecimento não poderia constituir um domínio privilegiado para pensadores privilegiados, uma competência de *experts*, [...] mas uma tarefa histórica para cada um e de todos” (p. 34).

entanto, como afirmado pelo autor, este – o conhecimento do conhecimento – esforça-se para pensar e refletir sobre os conhecimentos científicos, autoelaborando-se como epistemologia complexa.

Nesse sentido, os metapontos irão compôr um arcabouço teórico-reflexivo apoiado em aspectos físicos, biológicos, históricos, culturais, antropológicos e sociais. Isso evidencia a importância em se compreender os limites organizacionais do conhecimento disciplinar ao mesmo tempo em que o identifica como fundamental para a religação e construção do conhecimento pertinente. Para o autor, essa tarefa, baseada na auto-eco-organização, reconhece que a aprendizagem não se constitui apenas de uma dialógica inato/adquirido, mas também do inato/adquirido/construído.

Veamos, na Figura 17, uma proposição esquemática para a evidência do sistema e organização de metapontos de vista na interpretação de problemas fundamentais, conforme evidenciado por Morin (2005).

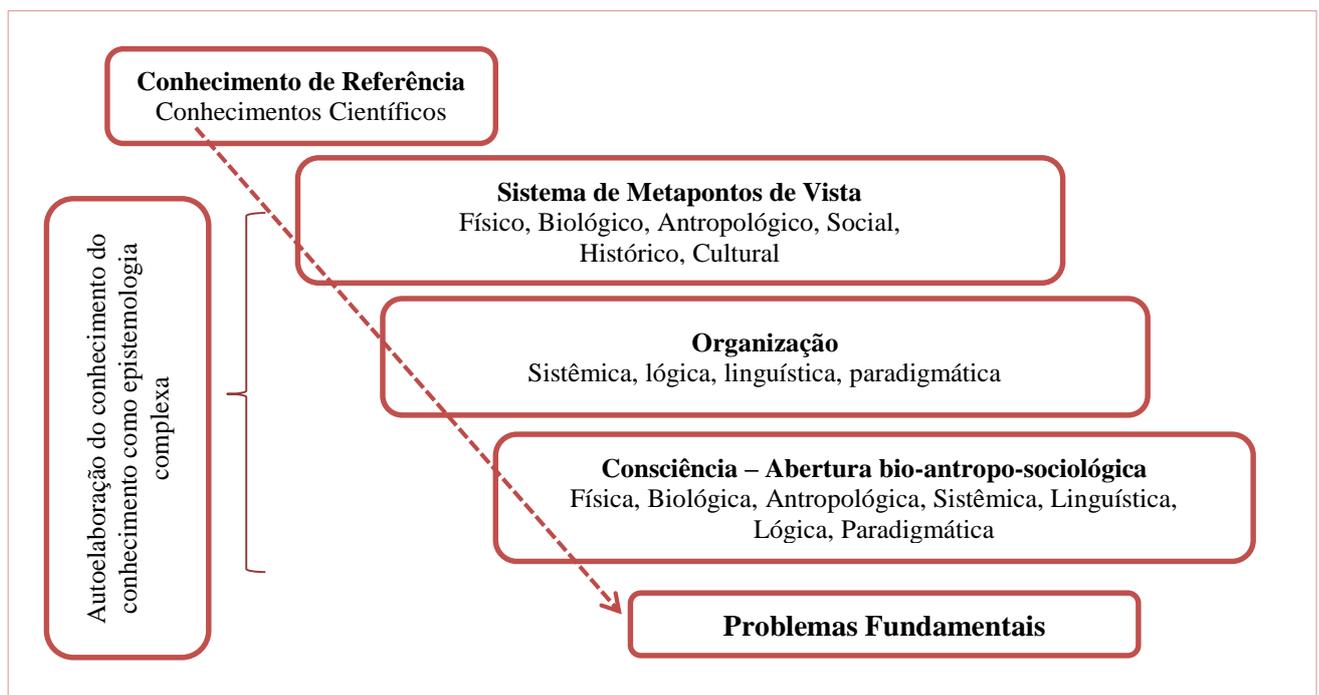


Figura 17. Sistema de metapontos de vista sobre o conhecimento do conhecimento de problemas fundamentais

Fonte: Elaboração da autora.

A pertinência do conhecimento, para Morin (2002b), encontra-se na tentativa de situar o conhecimento no contexto e no complexo planetário. Trata-se de uma organização em que se situe as informações e os dados em seu *contexto* para que adquiram sentido; em sua *globalidade*,

ou seja, na relação entre o todo e as partes via princípio hologramático; em sua *dimensionalidade*, evidenciando o ser humano ao mesmo tempo biológico, psíquico, social, afetivo, racional e a sociedade portadora das dimensões histórica, econômica, sociológica, religiosa, entre outras, via princípio recursivo; e enfrentar a *complexidade*, ou seja, interpretá-la via união entre a unidade e a multiplicidade.

Nessa mesma intenção, García (1998) nos indica alguns “itinerários didáticos” para abordagem de temas que visem à integração dos conteúdos procedentes de diversas fontes, como: conhecimentos científico-técnico, práticas sociais, problemas socioambientais, entre outros. Sua proposta é direcionada pela visão epistêmica da complexidade, de modo que o estudo do tema comporta a evidenciação de conhecimentos metadisciplinares e sua relação com os conhecimentos cotidianos e científicos para a elaboração do conhecimento escolar.

Para García (1998), qualquer estudo que busque a perspectiva supramencionada deverá compreender que as tramas de conteúdos não determinam diretamente o que e como ensinar, portanto se faz necessário identificar as perspectivas dos educandos. Desse modo, para a organização dos conteúdos, bem como para aproximá-los dos educandos, é necessário considerar as ideias que os mesmos possuem sobre a temática em questão, identificando as dificuldades de aprendizagens a ela associadas.

É preciso submeter o conhecimento a um processo de reorganização contínua e de evolução. Trata-se de um processo aberto e irreversível, em que o novo é elaborado a partir do velho, mediante ajustes no sistema de ideias com vistas a uma reorganização mais ampla do mesmo. Isso caracteriza o princípio evolutivo baseado na possibilidade de progressão das ideias dos educandos na construção do conhecimento escolar. Essa progressão pressupõe uma visão relativa do conhecimento, em que, para cada conteúdo concreto, reconhecem-se níveis de formulação possíveis (GARCÍA, 1998).

Esse processo de progressão e níveis de formulação se contrapõe ao modelo que visa à substituição de um conhecimento do educando visto como “errado” por um conhecimento científico “verdadeiro”. Os “erros”, na perspectiva adotada por García (1998), não devem ser descartados, mas, sim, entendidos como obstáculos que, identificados e reorganizados, tornem-se um passo relacionado à construção do conhecimento pertinente. Identificar os “erros” por meio das ideias dos educandos sinaliza a importância da intervenção da ação docente.

Os níveis de formulação se referem aos sucessivos estados vivenciados pelos educandos em um processo interpretativo do conhecimento e nos seus limiares a graus de abstração. São defendidos por García (1998) como via de mão dupla: como proposições do docente para orientação na elaboração dos conteúdos em sala de aula e também como níveis que se

manifestam pelos educandos ao explicarem suas ideias. Nesse sentido, o docente deverá se ater a tipificar os níveis relacionados à análise epistemológica e histórica dos conteúdos como dados obtidos a partir da evolução das ideias dos educandos. De acordo com García (1998), a definição dos níveis de formulação devem ter como fonte de dados:

- Os dados procedentes de análise científico-epistemológica das noções científicas implicadas;
- Os dados procedentes da investigação didática sobre as ideias dos educandos e sobre as dificuldades de aprendizagem que os mesmos apresentam;
- Os dados concretos referentes ao modo como evoluíram as ideias de determinados educandos, obtidos no desenvolvimento do planejamento em sala de aula (GARCÍA, 1998, p. 150, tradução nossa).

A elaboração de tramas e de níveis de formulação deve estar associada à superação de obstáculos identificados nas concepções dos educandos. Desse modo, García (1998) propõe uma programação de objetivos-obstáculos com a finalidade de conectar aspectos tradicionalmente dissociados: as intenções do docente e as dificuldades de aprendizagem dos educandos. Esse quadro “objetivos-obstáculos” intencionalmente permite identificar condições que visem à superação dos obstáculos epistemológicos dos educandos.

O quadro de referência ao conhecimento pertinente poderá ser elaborado previamente ao situar um marco de referência mais geral, voltado à intencionalidade da transição de um pensamento simples com vistas ao pensamento complexo. Nesse planejamento, evidenciamos, a partir das considerações de García (1998), três dimensões e transições consideradas na construção de um pensamento complexo: 1) processos cognitivos implicados; 2) conhecimentos metadisciplinares e 3) âmbito atitudinal. Vejamos o Quadro 17, o qual explicita essas considerações:

Quadro 17. Dimensões e transições com vistas ao pensamento complexo

Transições			
Dimensões	Simple	----->	Complexo
Processos Cognitivos	Pensamento implícito	----->	Pensamento explícito
	Evidência do imediato	----->	Reconhecimento do possível
	Evidência de fenômenos do mesocosmos ⁸⁷	----->	Macrocosmos

⁸⁷ Para García (1998), os problemas sicionaturais são dinâmicos e, em um primeiro nível, retirados do mesocosmos, ou seja, daquilo que é presente no cotidiano do educando. Porém, em um segundo nível, essas problemáticas poderão ser reformuladas como problemas do macrocosmo, em que os níveis de organização da realidade passam a ser acessíveis à percepção humana em um contexto ecológico global.

	Perspectiva única	----->	Perspectiva plural
Conhecimentos Metadisciplinares	Causalidade linear	----->	Interação, recursividade e complementariedade
	Organização aditiva do mundo	----->	Organização sistêmica
	Ordem rígida, equilíbrio estático	----->	reflexiva, equilíbrio dinâmico
Âmbito Atitudinal	Dogmatismo, intolerância, dependência moral	----->	Relativismos, tolerância, autonomia moral
	Imposição, individualismo	----->	Negociação, solidariedade cooperação

Fonte: Adaptado de García (1998), p. 153, tradução nossa.

O Quadro supramencionado consiste em um marco orientador da evidenciação das dimensões e categorias que nos apontam para a busca de uma visão de mundo capaz de promover a compreensão e atuação dos educandos sobre sua realidade. Além disso, objetiva proporcionar uma formação para o exercício da autonomia, cooperação, criatividade, reflexividade e liberdade (GARCÍA, 1998). Nesse sentido, os pressupostos do autor estão calcados em: 1) determinar o conhecimento escolar a partir de uma cosmovisão; 2) integrar didaticamente formas diferentes de conhecimentos com ênfase no cotidiano e científico; 3) diferentes formas de conhecimento devem interagir e evoluir conjuntamente e 4) evidenciar a realidade dos educandos como essencial para a construção de conhecimentos específicos e gerais.

Como mencionado no capítulo 5, a escola, por meio do currículo, produz e reproduz um conjunto de ideias que permeiam determinada cultura. O currículo, por sua vez, sofre influências diretas das dimensões social, cultural e histórica; desse modo, toda definição e organização de um corpo de conhecimento está associada a uma cosmovisão. As comovisões são compreendidas como um conjunto de concepções, teorias, hábitos, normas e perspectivas que configuram a maneira de compreender e atuar no mundo, de entender e dar forma às suas próprias experiências e às dos outros (GARCÍA, 1998).

Assim sendo, determinar o conhecimento escolar a partir de uma cosmovisão significa integrar didaticamente formas diferentes de conhecimentos. Os conhecimentos científico-tecnológico e cotidiano são aqueles que, integrados e organizados, irão compor o arcabouço conceitual do conhecimento escolar. Essa integração é realizada por “eixos integradores”, também chamados de “conceitos estruturantes”, conforme evidenciado por García (1998).

Esses eixos denotam os princípios orgânicos para o pensar complexo e estão apoiados nas noções de diversidade, interação, sistema, troca e reorganização permanente (Cf. Quadro 15).

A partir das descrições apresentadas neste tópico, podemos traçar alguns apontamentos sobre o conhecimento pertinente: 1) integração dos conhecimentos científico-tecnológico, cotidiano e metadisciplinar; 2) conceitos objetivos – disciplinares – serão enriquecidos por meio de uma organização multi e metadisciplinar; 3) a complexificação é resultante de um processo de construções e reorganizações; 4) as visões dos educandos direcionam as intervenções organizativas e os níveis para serem complexificados e 5) portanto, não há um quadro de estudos fechado em função da dinamicidade do conhecimento.

Vejamos como exemplo as “mudanças climáticas globais – aquecimento global”. Nosso estudo poderá ser inicialmente problematizado a partir da visão de ciência adotada para explicar a realidade. Em uma visão cartesiana/simplista, fundada na causalidade linear, na verdade quase absoluta da valorização à indução, não se consideram as contradições. Como expresso por Morin e Moigne (2000), a ciência clássica, representada pelos três princípios: noção de ordem, separabilidade e lógica indutivista-dedutiva-identitária (razão). Ligados uns aos outros, esses três produzem uma concepção simplificadora do universo (físico, biológico, antropossocial). Isso porque decompõem o fenômeno em elementos simples e separa a realidade objetiva e o observador.

Quando identificamos os diferentes fatores cujas relações interferem diretamente na realidade climática – tais como microclimas (subsistemas), distintos relevos, características ecológicas regionais etc., além das influências de fatores externos, como a variação solar (CARAMELO, 2012), influência atmosférica, dos oceanos, do gelo, das florestas, das superfícies e das atividades humanas –, podemos observar a complexidade inerente a essa questão (REIS *et al*, 2015). Estes autores, apoiados nas considerações de Prigogine (2002), explicitam que os fenômenos climáticos expressam as noções de instabilidade, probabilidade, irreversibilidade e organizações sistêmicas.

Uma forma de articular essas noções com o sistema climático ocorre a partir da concepção de que a Terra pode ser modelada como um grande sistema termodinâmico, ou seja, dinâmico, aberto e fora do equilíbrio, sendo o clima a expressão via desencadeamento de uma sucessão de fenômenos irreversíveis. Desse modo, teorias sistêmicas complexas associadas aos princípios termodinâmicos podem oferecer subsídios para a compreensão da dinâmica climática terrestre, visto que suas principais características podem ser identificadas com maior facilidade quando apoiadas nesses conceitos (CARAMELO, 2012; REIS *et al*, 2015).

Garvey (2010) afirma que as discussões relativas às “mudanças climáticas” necessariamente envolvem aspectos de ordem política, econômica, científica ou social, e é lógico e irrevogável que ações que prezam a mudança climática não devem ser somente advindas desses campos. Para o autor, essa problemática é de cunho amplamente ético e moral, pois o que podemos fazer em relação a ela depende daquilo que consideramos importante e do que pensamos ser correto. Portanto, envolve aspectos valorativos ético e morais. É no campo valorativo que estão presentes os conhecimentos metadisciplinares de cunho filosófico – axiológico e ontológico⁸⁸.

A abordagem das controvérsias está situada em um campo de constantes disputas baseadas em fatos com diferentes perspectivas, que, por sua vez, envolvem o conflito de diferentes ações que se firmam em uma disputa relativa a valores e, portanto, indica-nos uma fundamentação a partir dos conhecimentos metadisciplinares. Ou seja, abordar as contradições por meio das discussões de QSC é situar as controvérsias por meio de argumentos, justificações e evidências que não são compreendidas unicamente pelo viés científico. Não há certo ou errado; há diferentes interpretações advindas de diferentes campos do saber e valorativo.

Os valores, de acordo com Pedro (2014), constituem-se em uma resposta natural às necessidades sentidas pelo sujeito, e isso mostra sua importância e contribuição para a transformação da realidade. A autora enfatiza ainda: “Daí, o papel crucial que a educação pode representar no entrelaçar dos seus objetivos com o ganho de consciência reflexiva e prática acerca dos valores com vista à realização do sujeito, de acordo com as suas preferências” (p. 492).

Nesse sentido, entendemos que as ideias, crenças e os valores apresentados pelos educandos sobre uma determinada QSC poderão ser identificados a partir de suas justificações com o objetivo de reconhecê-las como fatos humanos. Em outras palavras, em uma perspectiva complexa, o exercício se volta para o entendimento desses valores em um sistema inter-relacionado de aspectos históricos, sociais e culturais que foram socializados e, talvez, até evolutivamente limitados.

No caso das mudanças climáticas, podemos identificar elementos filosóficos ao

⁸⁸ Axiológico advém do conceito de axiologia (ramo da filosofia), que significa o estudo ou tratado dos valores, ou seja, uma reflexão filosófica sobre os valores, sua natureza, suas características, sua estrutura, seu conhecimento e suas teorias. O “valor” é compreendido como a qualidade abstrata preferencial atribuída pelo sujeito e suscitada pelas características inerentes de determinado objeto que satisfazem suas necessidades e seus interesses. Com essa definição, consideramos a natureza ideal do valor, contudo, radicada na existência material do objeto, realidade da qual o sujeito parte e que não lhe é indiferente. Por isso mesmo, em nosso entender, essa definição acentua igualmente a natureza relacional do valor, simultaneamente, objetiva e subjetiva, que constitui a marca indelevelmente axiológica do sujeito por relação com os outros seres existentes (ontológica) (PEDRO, 2014, p. 493).

encarmos a incerteza como categoria de análise interpretativa, visto que não sabemos até que ponto nosso clima poderia ou mudará o mundo ou até que ponto nossas ações poderiam impactá-la. Nesse sentido, Garvey (2010) explicita sobre a incerteza como uma dimensão que pode ser a razão mais comum para se fazer pouco, ou não se fazer nada. Entretanto, ressalta que essa dimensão serve como fundamento para ação, e não como motivo para a inação (p. 79).

Como afirma Morin (2002b), é preciso que o conhecimento das informações, ou dos dados, seja situado em seu contexto para que adquira sentido. O autor explicita, ainda, que “o todo tem qualidades ou propriedades que não são encontradas nas partes, se essas estiverem isoladas umas das outras, e certas qualidades ou propriedades das partes podem ser inibidas pelas restrições do todo” (p. 37).

Para Morin (2011), “se o conhecimento é radicalmente relativo e incerto, o conhecimento do conhecimento não pode escapar a essa relatividade e a essa incerteza. Todavia, a dúvida e a relatividade não são somente corrosão; podem se tornar também estímulo” (p.23). Santos (2008) ressalta o seguinte: “Tem-se certeza de algumas coisas, porém, na tomada de decisões, tem-se de pensar na multiplicidade de fatores implicados e incertos” (p. 79). Ou seja, é preciso considerar que os contrários geram interpretações que consubstanciarão nossas decisões frente à incerteza ao considerar as inúmeras variáveis imbricadas à questão estudada.

Assim, por sua natureza multidisciplinar, as discussões de QSC necessariamente envolvem vários campos do saber, tais como científico-tecnológico, filosófico, sociológico, histórico, entre outros. Desse modo, a interdisciplinaridade é apontada como princípio para evitar reducionismos de ordem técnica das disciplinas, pois pode significar troca e cooperação e se tornar organicamente multidisciplinar. A multidisciplinaridade, por sua vez, sinaliza a integração de disciplinas por conta de um projeto ou objeto que lhes sejam comuns. Esse processo de integração pode ser compreendido como o ato de “ecologizar” as disciplinas, como afirma Morin (2012a): “Isto é, levar em conta tudo o que lhes é contextual, inclusive as condições culturais e sociais, ou seja, ver em que meio elas nascem, levantam problemas, ficam esclerosas e transformam-se” (p. 115).

Isso denota que as discussões de QSC sejam compreendidas em um viés problematizador, visto que, por sua natureza, evoca a importância de situar suas informações em uma via integradora de conhecimentos frente ao contexto histórico, aos nossos valores e ao reconhecimento das diferenças. Assim, perceberemos que as QSC pressupõem compreensões relacionadas à ideia de sujeito, de mundo, de sociedade, e que, portanto, envolvem justificações advindas de nossas ideias, crenças e de nossos valores. Isso, por sua vez, evidencia a localidade dos estatutos histórico e filosófico nas discussões de QSC.

Cabe mencionar que as descrições sobre o conhecimento pertinente que propomos enfatizar neste pequeno tópico estão voltadas para a importância de situar o conhecimento simultaneamente analítico e sintético das partes religadas ao todo, e vice-versa. A intenção consiste em apreender as totalidades relativamente restritas, pois, evidentemente, como explicitado por Morin (2013b), não se poderá conhecer a totalidade do universo, nem mesmo suas partes em detalhes, embora essa seja a tendência do conhecimento.

A partir das considerações sobre o conhecimento pertinente expressas até o momento, apresentamos, na Figura 18, um estudo com objetivo de enfatizar focos de análise para a organização de conhecimentos diante da natureza complexa das QSC. Desse modo, o conhecimento pertinente será construído a partir de uma referência epistêmica para a elaboração de um quadro conceitual, associando os conhecimentos metadisciplinares, científico-tecnológico e cotidiano no que diz respeito às ideias, crenças e aos valores dos educandos, de modo a situar todo esse conhecimento em um contexto sócio-histórico-cultural.

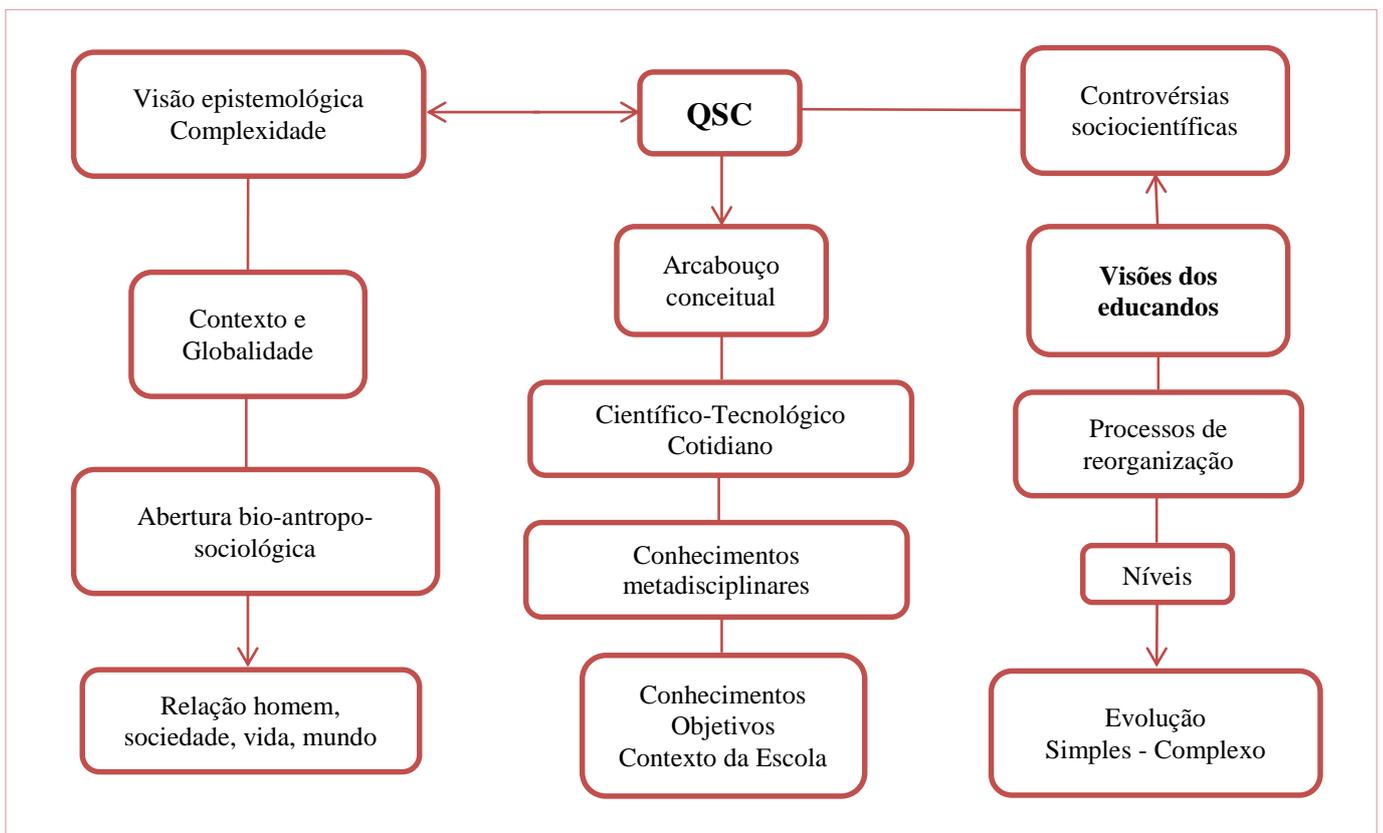


Figura 18. Pontos de análise para organização de conhecimentos pertinentes às QSC

Fonte: Elaboração da autora.

6.3 Quadro de Estudo 3: FFI e o contexto⁸⁹ sócio-histórico-cultural

No cenário das pesquisas referentes às QSC, uma de suas vertentes investigativas são os trabalhos voltados em específico à análise dos valores éticos e morais. Em geral, autores que desenvolvem essas pesquisas têm evidenciado a importância em se elucidar os valores, pois os mesmos são recorrentes quando do processo de negociação e tomada de decisão sobre QSC (ver, por exemplo: FOWLER *et al.*; 2009; GRACE; RATCLIFFE, 2002; SADLER; ZEIDLER, 2004; ZEIDLER *et al.*, 2005; WU e TSAI, 2007).

Ao situarmos as QSC a partir de sua natureza epistêmica, evidenciamos o “elemento valorativo” como portador das interpretações conflituosas e das contradições quando da discussão/abordagem de uma QSC. Isso porque, frente às discussões, são dadas explicações e possíveis soluções diferentes e até incompatíveis, e estas, por sua vez, são baseadas em crenças e valores. Portanto, entendemos que o elemento valorativo é a expressão visível da limitação do conhecimento advindo do campo científico-tecnológico em negociações ou tomada de decisão acerca das QSC.

O quadro analítico acerca dos FFI está para a identificação de elementos voltados à ética e consciência moral com vistas à antropoética, tendo como referência analítica as controvérsias e os valores imbricados nas discussões de QSC. Em outras palavras, nós nos questionamos: como as QSC poderão indicar possibilidades para a formação de um cidadão antropoético?

Ao considerarmos que os valores éticos e morais estão relacionados a contextos e situações coletivas e individuais (subjetivas) – consequentes de experiências de ordem ideológica, política, cultural, religiosa, ambiental, estética, cognitiva, entre outras e, portanto, provenientes do contexto sociocultural –, entendemos que evidenciá-los é uma direção à intencionalidade regenerativa fundamentada na religação “comunidade-sociedade-espécie humana”. Isso porque situam as especificidades em um contexto de ligação de um sujeito ao outro.

As QSC, por sua natureza valorativa, impõe a nós a diversidade de opiniões dentro de um sistema antagônico movido por experiências calcadas em expressões diversas, como mencionado anteriormente. A complexidade, frente à diversidade de informações e valores pessoais imbricados em um processo avaliativo, está para além da identificação das dualidades

⁸⁹ Consideramos o termo “contexto” voltado a um “significado subjetivo”, ou seja, por compreendermos que a significação pessoal sobre uma determinada questão é delineada pelas experiências do sujeito em seu contexto histórico, social e cultural.

“prós e dos contras” e/ou “vantagens e desvantagens”, pois, nesse processo, é importante que se identifique critérios relevantes para a justificação das decisões.

Esses critérios são alicerçados nos fundamentos da ética e moral. Desse modo, busca-se a concretização de um bem comum via consciência individual para além da individualidade. Para tanto, Morin (2002b) aponta a prática do “autoexame crítico”, que, segundo ele, “permite que nos descentremos em relação a nós mesmos e, por conseguinte, que reconheçamos e julguemos o nosso egocentrismo” (p. 100).

Assim sendo, nossas projeções analíticas, tendo em vista os FFI e a contextualização histórica, social e cultural, está no que Morin (2011c) nos indica sobre a ética, sendo esta proveniente de três fontes: 1) interna: equivalente à consciência do sujeito; 2) externa, representada pela cultura, pelas crenças e pelas normas preestabelecidas na comunidade e 3) fonte anterior própria à organização dos seres vivos e transmitida geneticamente.

Para Morin (2011), o sujeito moral vive a oscilação entre a identidade egocêntrica e as potencialidades para a prática do altruísmo. Isso porque organiza seu pensamento frente a uma tensão que se estabelece entre os princípios de exclusão e de inclusão. O princípio de exclusão é antagônico à alteridade e se expressa como egocentrismo, remetendo-nos à singularidade de cada sujeito, à sua identidade, podendo se transformar em egoísmo. O princípio da inclusão remete à coletividade, visando à transformação do “eu” para o “nós” e que remonta a atos eticamente desejáveis via altruísmo.

Vejamos o exemplo das discussões sobre “raça, racismo e políticas públicas”. Podemos adentrar em um cenário conceitual que envolva uma diversidade de áreas: antropologia, sociologia, biologia e suas ramificações – principalmente o campo da genética –, sendo que, a própria definição do termo “raça” é controversa. Nesse cenário problematizador, podemos sinalizar as controvérsias em relação aos critérios indicados para se definir quem serão os “beneficiados” por políticas públicas⁹⁰, como as cotas raciais.

Podemos indicar a relativização e a negação do conceito de raça como categoria de distinção biológica frente a resultados de um conjunto de estudos da genética humana com marcadores de ancestralidade sobre a composição étnica da população brasileira. No entanto, como apontado no trabalho de Fadigas (2015)⁹¹, os discursos ou as práticas tecnocientíficos

⁹⁰ Sobre esse tema, ver, por exemplo, o artigo “Genética, raça e políticas de ações afirmativas a partir de questões sociocientíficas”, de autoria de Thiago Leandro da Silva Dias; Kelly Meneses Fernandes; Juanma Sánchez Arteaga e Claudia Sepúlveda.

⁹¹ O trabalho de Fadigas (2015) investigou o desenvolvimento de uma sequência didática sobre pensamento darwinista, racismo científico e processos de alterização, e teve como objetivo promover uma compreensão crítica das relações CTS e a construção de uma visão equilibrada da natureza da ciência.

aparecem submergidos em uma matriz complexa de relações culturais profundamente influenciadas por questões históricas, socioeconômicas, políticas e ideológicas que, em muitas ocasiões, não são perceptíveis aos participantes nesses processos.

Frente a isso, acrescentamos a essas discussões a compreensão dos processos de influências entre os campos científico, tecnológico e social por meio da contextualização histórica e cultural sobre o “racismo”. Assim, Fadigas (2015) aponta que a noção da existência de raças humanas foram e são contributos para a origem e manutenção do pensamento racista. Nesse sentido, uma análise do conceito de raça, dos movimentos eugênicos e das relações entre racismo e ciência situada na construção histórica, social e cultural de uma situação controversa poderá explicitar informações sobre o impacto sociocultural em políticas públicas, opiniões e práticas que foram influenciadas pelas explicações e justificativas científicas para o racismo difundidas pelas sociedades.

Podemos indicar alguns questionamentos problematizadores para o autoexame acerca do tema: 1) Como eu me percebo diante das discussões sobre o racismo e as políticas públicas? Eu me incluo? Sou alheio? Por quê? 2) Como eu compreendo as discussões sobre racismo? São discussões que me interessam? Que valores posso identificar? 3) Como posso identificar as diferenças entre o “eu” e o “outro”? São diferenças físicas, sociais, culturais? No que me apoio para justificar minhas considerações?

Obviamente que são questionamentos simplistas e que, tampouco, abarcarão a complexidade do tema. No entanto, são sinalizações que indicam o esforço de um trabalho para a consciência dos elos que conectam o sujeito, a sociedade e a espécie. Como explicitado por Morin (2011c), o pensar bem é o pensamento que toma a condição humana em sua complexidade e nutre, dessa forma, a capacidade de julgamento ético do sujeito. Nesse sentido, entendemos que o princípio de religação poderá direcionar os sujeitos à ecologia da ação. Trata-se, como afirma Morin (2011c), de uma análise de circunstâncias e contextos frente às discussões sobre as relações entre ciência, ética e a política.

Um outro exemplo são os estudos sobre as mudanças climáticas globais. Para Garvey (2010), esses estudos devem ser voltados para uma análise filosófica sobre as projeções e ações preventivas. Essa análise está para a avaliação além de aspectos históricos, políticos, econômicos, mas em uma via de integração com aquilo que julgamos importante para “nós” e para os “outros”, portanto relativa aos aspectos éticos e morais. Como indicado por Morin (2013b), para compreender o outro, é preciso compreender a si mesmo. Se é evidente que não se tem sempre necessidade do outro para se conhecer a si próprio, é impossível que isso seja feito isoladamente em compartimentos fechados.

Em suma, os FFI identitário e ético baseados na contextualização histórica, social e cultural são uma possibilidade para a operacionalidade do pensar complexo das QSC, visto que: 1) situa as identidades – “Eu histórico, biológico, individual e sociocultural”, tendo como ponto de partida a diversidade e pluralidade cultural observadas nas relações entre os elementos científico-tecnológico, multidisciplinar e valorativo; 2) evidencia os valores – para o reconhecimento da possibilidade de ação individual-coletiva frente às incertezas e 3) sinaliza o compromisso/responsabilidade do indivíduo – inserido em um contexto antagônico e inter-relacionado mediante a compreensão epistêmica e identitária.

6.4 Quadro de Estudo 4: Estratégias organizacionais

Diante da nossa objetivação em se apresentar elementos voltados às estratégias organizacionais para a complexificação das QSC, consideramos importante retomar o conceito de princípio sistêmico, visto que o mesmo nos direciona ao aspecto organizacional, conforme explicitado por Morin e Moigne (2000). Nesse sentido, como afirma Morin (2005), a “organização” é o encadeamento de relações entre componentes ou indivíduos e produz uma unidade complexa ou um sistema. É ela que liga de maneira inter-relacional os elementos ou acontecimentos ou indivíduos diversos que, desde então, tornam-se os componentes de um todo.

Compreendemos as QSC como um sistema de interações entre elementos – multidisciplinar, valorativo e científico-tecnológico –, de modo que, a partir da diversidade de informações/opiniões oriundas destes, podemos inferir que se inter-relacionam e produzem ideias gerais e, ao mesmo tempo, específicas, nas quais se organizam e desencadeiam compreensões sobre determinada problemática.

Ao propormos um quadro de estudos relativo às estratégias organizacionais, sinalizamos para o reconhecimento de uma atividade com caráter integrador no que se refere aos conteúdos disciplinares, às informações metadisciplinares e à evidenciação de crenças e valores. Não se trata de apresentar diversas metodologias de ensino voltadas à abordagem das QSC, mas sim, elucidar elementos orientadores para a organização dessas atividades na perspectiva da complexidade, sendo os mesmos evidências da complexidade inerente às QSC com vistas à abordagem estratégica.

Assim, nós nos valemos das proposições de Morin (2013a; 2011a; 2002a; 2002b; 2005, 2000) sobre o pensamento complexo no sentido de explicitar aspectos da operacionalidade metodológica frente à complexificação das QSC. Isso porque são questões que expressam:

a) Consciência do incerto: expressões de uma crise advinda da relação entre os âmbitos social e científico-tecnológico, não apresentam conclusões simples e são caracterizadas pela insuficiência de conhecimentos;

b) Integração de saberes: porque são multidimensionais, multidisciplinares, o que nos indica a importância da integração de conceitos disciplinares e metadisciplinares, bem como o reconhecimento das crenças e dos valores a ela imbricados;

c) Controvérsias e o princípio dialógico: permite compreender o vínculo entre seus elementos conceituais que expressam antagonismos caracterizados pelas controvérsias, sendo indispensáveis para a emissão de julgamentos/decisões;

d) Enfoque estratégico: configura-se em estratégias de ensino investigativas, visto que integra informações para se automodificar e construir o conhecimento sobre a questão, mesmo reconhecendo a incompletude de todo o conhecimento.

Consciência do incerto

A construção de conhecimentos pertinentes frente às QSC deverá reconhecer a incerteza e as contradições como estratégia organizadora, pois nos leva à reflexão sobre proposições e mediações coerentes com a dimensão didático-pedagógica sob a perspectiva da complexidade. Desse modo, o reconhecimento da incerteza e das contradições nos direcionam ao princípio hologramático no qual concebe a relação entre as partes e o todo, e vice-versa. Reconhecemos também a dependência mútua entre as partes e a totalidade expressas em uma composição dialógica do fenômeno controverso, bem como na recursividade em que o conhecimento é compreendido. Esse conhecimento, por sua vez, está inserido em um contexto no qual as ideias estão inter-relacionadas, circulam em um movimento de integração entre sujeitos e saberes.

Quando sinalizamos os elementos epistêmicos das QSC situadas em uma visão complexa, realçamos a relação conflituosa entre tais elementos em uma via de complementariedade onde se expressam as crises. Chamamos de “crise” as controvérsias estabelecidas em conflitos advindos de diferentes opiniões sobre uma mesma questão. Tais conflitos não apresentam conclusões simples e são caracterizados pela insuficiência de conhecimentos científico-tecnológicos e/ou também por aspectos valorativos que vão de encontro às explicações sistematizadas.

A análise/compreensão epistêmica das QSC resulta de um exercício reflexivo em que são evidenciadas afirmações provisórias que colocam em cheque posições dogmáticas e/ou conclusivas justamente por sua natureza multifocal. Assim, quando compreendemos que o conhecimento deve ser situado em um contexto sócio-histórico-cultural, via percepção

multifocal, multidimensional e recorrente, isso nos orienta a um sentido de que o mesmo não está pronto/acabado, o que nos indica novos níveis de compreensão e operacionalidade.

A incerteza, em sua operacionalidade, está diretamente relacionada com a interpretação das organizações sociais em um cenário que é, ao mesmo tempo, reconhecido por descobertas científicas e avanços tecnológicos, mas que também gera incertezas e questionamentos sobre estes. Além disso, o grau de desordem implícito nos fenômenos sociais acarreta também uma grande parcela de imprecisão e de incerteza em relação ao conhecimento (MARTINAZZO; DRESC, 2013). Assim sendo, a percepção da realidade como complexa coloca em cheque as certezas absolutas sobre o conhecimento, como afirma Morin (2002a): “Como a complexidade reconhece a parcela inevitável de desordem e de eventualidade em todas as coisas, ela reconhece a parcela inevitável de incerteza no conhecimento. É o fim do saber absoluto e total” (p. 564).

Assim, a consciência da incerteza, no que compete às QSC, é vista como estratégia organizacionadora que denota a necessidade de análise do conhecimento, das informações e dos valores em um contexto argumentativo que nos permitam o desenvolvimento de um pensamento crítico não mais apoiado em certezas absolutas. Trata-se de um processo de constante ampliação e aprofundamento do conhecimento, que busque constituir “uma cultura que permita compreender nossa condição e nos ajude a viver e que favoreça, ao mesmo tempo, um modo de pensar aberto e livre” (MORIN, 2000a, p.11).

Nesse sentido, como explicitam Martinazzo e Dresc (2013), a certeza e incerteza mantêm um movimento dialógico em que, por um lado, as certezas impedem que se instaure uma onda de relativização do conhecimento e, por outro, as incertezas possibilitam pensar complexamente os fatos, as ideias, as diferentes realidades. Além disso, provocam os indivíduos a ampliarem seus conhecimentos, evitando, assim, reduzir seu pensar a verdades, a concepções acabadas.

Integração de saberes

A “integração” em uma perspectiva estratégica organizacional nos permite reconhecer as QSC como potencializadoras de uma análise/abordagem multidimensional – epistêmica, filosófica, histórica, social, cultural, valorativa e multidisciplinar em uma via integradora coerente. Sendo assim, a operacionalidade integradora indica-nos uma ação didático-pedagógica voltada à abordagem relacional entre os diferentes saberes e, ainda, confere a eles, por meio do princípio orgânico hologramático, o seu caráter multidimensional.

O caráter multidimensional é caracterizado pelos elementos epistêmicos das QSC concebidos como unidades complexas que estão em permanente processo de inter-retroação,

nos quais os saberes influenciam e, ao mesmo tempo, são influenciados pelos eixos: *dimensional* – situa a ciência e sua relação com dimensões filosóficas, históricas e sociológicas; *contextual* – evidencia aspectos políticos, econômicos e culturais; *específico* – elucida conhecimentos disciplinares específicos que tendem a contribuir com as compreensões voltadas ao campo técnico e *valorativo* – identifica as crenças e os valores éticos e morais.

Dessa forma, a complexificação das QSC evidencia o que chamamos de “particularidade diversa”. Isso significa que, por um lado, é necessário identificar as “particularidades informacionais” de cada dimensão concernente à QSC e, por outro, é preciso que essas informações sejam transpostas em conhecimentos situados, contextualizados.

Cabe ressaltar ainda que a integração dos saberes em referência à análise/compreensão das QSC na perspectiva da complexidade refere-se a uma forma de organização que busca situá-los em referência à subjetividade, ou seja, articulação do individual com o social. Isso porque as QSC são caracterizadas por processos ou condições com base nos quais fundamentam as controvérsias, que, por sua vez, deverão ser localizadas em uma via de complementariedade antagônica. Nesse sentido, a construção do conhecimento sobre as QSC pressupõe integrar os saberes – disciplinares, metadisciplinares e os valores mutuamente, não sendo possível entender uma sem a outra, já que, em geral, os processos em que se constituem as controvérsias se dão justamente pelas relações conflituosas entre os interesses dos âmbitos científico-tecnológico e social.

Controvérsias e o princípio dialógico

O princípio dialógico, em uma perspectiva estratégica organizadora, permite compreender o vínculo entre os elementos conceituais das QSC, reconhecendo os antagonismos caracterizados pelas controvérsias como indispensáveis para a emissão de julgamentos/decisões. Desse modo, podemos evidenciar duas vias de sua operacionalidade: a) fundamentar as compreensões sobre a neutralidade, objetividade e imutabilidade dos conhecimentos científicos-tecnológicos a partir das inter-relações CTS e b) reconhecer as controvérsias como propulsoras para a construção de conhecimentos pertinentes para a formação antropológica.

As controvérsias na complexificação das QSC sinalizam expressões antagônicas, ou seja, opiniões contrárias sobre uma determinada questão relativa aos conflitos gerados a partir da relação entre os âmbitos científico-tecnológico e social. Há de se considerar que as controvérsias são provenientes de interpretações incompatíveis, carregadas de valores, e advindas de diferentes grupos sociais. Nesse sentido, o princípio dialógico, estrategicamente,

situa a natureza epistêmica da QSC que a expressa como uma unidade complexa fundada a partir de duas lógicas – científica-tecnológica e social –, como entidades complementares e antagônicas que se alimentam uma da outra, se completam, mas também se opõem e combatem. Trata-se, nesse sentido, de compreender as inter-relações CTS⁹².

Situar as controvérsias imbricadas em uma QSC expressa a intencionalidade de construção de conhecimentos pertinentes com vistas à formação antropológica. Tendo em vista que, quando as controvérsias são discutidas em um cenário democrático, via princípio dialógico, isso possibilita a compreensão da união, de modo complementar, das questões antagônicas. Em outras palavras, a análise da origem dessas controvérsias, do grau de incerteza a elas relacionado, dos valores, interesses, dos ASC implicados, faz parte de um processo formativo/reflexivo objetivando o desenvolvimento de indivíduos à margem das decisões dessa natureza. Dessa forma, como afirma Morin (2002b), “a essência da democracia é se nutrir de opiniões diversas e antagônicas; assim o princípio democrático conclama cada um a respeitar a expressão de ideias antagônicas às suas” (p. 102).

Nesse sentido, a estratégia organizadora que situa as controvérsias das QSC em um cenário democrático sinaliza a antropológica, pois, como afirma Morin (2002a), as características importantes da democracia têm caráter dialógico que unem, de modo complementar, termos antagônicos. Além disso, a estratégia organizadora compreende que a consciência e a cidadania sejam uma consciência individual para além da individualidade. Em outras palavras, indica um processo formativo voltado à análise de diferentes opiniões, que, por sua vez, deverão ser localizadas em sua multidimensionalidade e que conclamam por um posicionamento ético e político. Desse modo, permite o aprimoramento da capacidade de reflexão e maior consciência sobre a problemática, sendo essas contributos para emitir opiniões, julgamentos e/ou decisões fundamentados sobre os conflitos de uma QSC.

Enfoque estratégico

A estratégia, conforme explicitada por Morin (2002b), “apresenta sempre de maneira singular, em função do contexto e em virtude do próprio desenvolvimento, o problema da dialógica entre fins e meios” (p. 90). Trata-se de um desafio no que compete ao enfrentamento

⁹² As discussões que envolvem as inter-relações CTS, objetivamente, têm por objetivo promover uma compreensão crítica acerca da neutralidade científica e denotam que a ciência é uma atividade humana socialmente contextualizada e em contínuo processo de construção. Para tanto, envolvem conhecimentos relativos à natureza do conhecimento científico, portanto calcados em discussões sobre a História e Filosofia da Ciência (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

das incertezas em toda decisão ética por meio de um cenário que examina as situações para o estabelecimento de compromissos. Assim, as estratégias são vias que integram informações e se automodificam na construção de um conhecimento pertinente, mesmo reconhecendo sua incompletude (MORIN, 2002b; 2012a; 2013b).

Na perspectiva da complexidade, as QSC poderão ser caracterizadas como estratégias de ensino em virtude de sua natureza epistêmica e de suas competências formativas, sendo, então, um caminho para ressignificar seu caráter essencialmente pragmático⁹³ em uma via de complementaridade entre as dimensões epistêmica e didático-pedagógica. Essa caracterização torna-se um grande desafio para a práxis docente, visto que as discussões sobre QSC, por meio de sua análise epistêmica, indica-nos conhecimentos e valores que deverão ser localizados em sua multirreferencialidade e, por outro lado, suas competências formativas nos indicam a possibilidade de uma formação antropológica no que se refere ao desenvolvimento da consciência dos sujeitos e dos processos de inserção de sujeitos históricos e de participação ativa em processos de decisão/julgamentos.

Trabalhar com questões controversas, que não possuem conclusões simples, que comportam previsões nas quais podem ou não serem concretizadas, que os valores sejam princípios importantes e necessários ao enfrentamento da realidade, entre vários outros aspectos da natureza de uma QSC, faz-nos reconhecer a limitação de uma atividade programada⁹⁴. Sendo assim, o enfoque estratégico apresenta-se como um operador metodológico pelo qual incita os princípios relacionais entre os aspectos científicos-tecnológicos e social.

A estratégia considera o conflito, as contradições, os acordos e as oposições em uma via multireferencial de análise das QSC. Esse enfoque reconhece a dinamicidade de uma atividade recursiva, aberta e processual ao considerar: **a) contexto histórico, presente e projeções futuras:** revoga-se a ideia determinista de que o presente e o futuro sejam apenas consequência do passado e acentua projeções de nossas decisões frente ao futuro que desejamos; **b) cenários representativos:** por meio da análise de diferentes opiniões/interpretações, interesses, valores, evidenciando aspectos a eles relacionados; **c) conhecimento:** integração de saberes, informações técnicas em caráter multidimensional; **d) avaliação:** as opiniões são reavaliadas, revistas e, conforme for, reformuladas para julgamentos/tomada de decisão.

⁹³ Chamamos de “caráter essencialmente pragmático” ações didático-pedagógicas que compreendem as QSC apenas em seu âmbito prático – enquanto “atividades-meio” – e desconsideram o estudo e as implicações epistêmicas no processo formativo.

⁹⁴ “Atividade programada” é baseada nas proposições de Morin (2002b) sobre a concepção de “programa”. Para o autor, “o programa estabelece uma sequência de ações que devem ser executadas sem variação em um ambiente estável, mas, se houver modificação das condições externas, bloqueia-se o programa” (p. 90).

Dessa forma, o enfoque estratégico configura-se em atividades de ensino integradoras e investigativas, visto que o exercício processual analítico de QSC integra informações para se automodificar e construir o conhecimento sobre a questão, mesmo reconhecendo a incompletude de todo o conhecimento. Além do mais, localiza os indivíduos como protagonistas de sua história por meio da intencionalidade em se desenvolver, via pensamento complexo, a aptidão geral para compreender e enfrentar os problemas, para contextualizar e globalizar os saberes.

Assim, apresentamos, no Quadro 18, uma síntese dos princípios indicadores para a complexificação das QSC. Neste quadro, encontram-se os conceitos voltados à relação entre a dimensão epistêmica e didático-pedagógica por meio de descrições e aspectos dos indicadores que as configuram e, por isso, compreendidos como “princípios teórico-estratégicos”. São eles: 1) Natureza das QSC; 2) Situação problemática; 3) Contexto histórico-sócio-cultural; 4) Conhecimento pertinente; 5) Fundamentos Formativos Identitários e 6) Estratégias organizacionais.

Quadro 18. Princípios teórico-estratégicos indicadores para a complexificação de QSC

Princípios teórico-estratégicos			
Indicadores	Descrição	Aspectos Epistêmicos	Aspectos Didático-Pedagógicos
1) Natureza da QSC	Conduz ao (re)conhecimento conceitual dos elementos científico-tecnológicos; multidisciplinar e valorativo presentes em uma QSC.	Identifica as contradições/crises entre os âmbitos científico-tecnológico e social em um movimento recursivo.	Evidencia ASC via inter-relações CTS.
2) Situação Problemática	Situa as informações advindas dos âmbitos científico-tecnológico e social em um cenário CTS.	Reconhece o contexto e a globalidade na relação entre o todo e as partes.	Localiza a complementariedade-objetiva (CTS-QSC)
3) Contexto histórico-sócio-cultural	Situa a problemática por meio da sua relação com as ideias, crenças e os valores.	Direcionamento à relação “comunidade-sociedade-espécie humana”. Situa as especificidades em um contexto de ligação de um sujeito ao outro.	Denota os eixos propulsores: dimensional, contextual, específico, valorativo.
4) Conhecimento pertinente e eixos metadisciplinares	Base de saberes disciplinares, cotidianos e metadisciplinares. Situa informações e dados em seu <i>contexto</i> para que adquiram sentido em sua <i>globalidade</i> .	Interpretação via união entre a unidade e a multiplicidade, ou seja, na relação entre o todo e as partes via princípios hologramático e recursivo.	Organiza as informações em uma via de integração dos saberes disciplinares, metadisciplinares e cotidiano (FCE)
5) Fundamentos Formativos Identitários (FFI)	Evidencia o “Eu” em relação ao “Nós”. Está para a identificação de elementos voltados à ética e consciência	Situa as identidades – “Eu histórico, biológico, individual e sociocultural”, tendo como ponto de partida a diversidade	Reconhecimento da possibilidade de ação individual-coletiva frente às incertezas e sinaliza o

	moral com vistas à antropológica, tendo como referência analítica as controvérsias e os valores imbricados nas discussões de QSC.	e pluralidade cultural observadas nas relações entre os elementos científico-tecnológico, multidisciplinar e valorativo.	compromisso/responsabilidade do indivíduo.
6) Estratégias organizacionais	Localiza os indivíduos como protagonistas de sua história a partir da aptidão geral para compreender e enfrentar problemas via atividades de ensino integradoras e investigativas.	Enfoque estratégico e dialógico; consciência do incerto e das QSC como sistemas complexos.	Construção do conhecimento por meio das avaliações processuais via análise de diferentes opiniões/interpretações, interesses, valores.

Fonte: Elaboração da autora.

A objetivação da proposta teórico-estratégica

De modo geral, a complexificação das QSC foi sinalizada neste capítulo a partir de considerações descritas nos capítulos anteriores e nos quadros de estudo supramencionados. Buscamos evidenciar os núcleos propositivos das especificidades presentes em uma atividade de natureza controversa apoiados nos princípios orgânicos para o pensamento complexo com a intencionalidade de organizar os quadros de estudos em uma perspectiva de complementariedade entre os mesmos.

Cabe ressaltar que apresentar um programa metodológico do “como fazer” poderia limitar e até mesmo contradizer nossos propósitos mediante o estudo do pensamento complexo apresentado neste trabalho. Nesse sentido, destacamos pontos fundamentais a serem reconhecidos em nossa proposta:

a) A práxis pedagógica se constitui em meio às avaliações processuais das situações de ensino e aprendizagem e, portanto, estrategicamente é aberta a novas reformulações e à criatividade interventiva conforme necessidades didático-pedagógicas;

b) Trata-se de uma proposta que vai de encontro à ideia de programa do qual desconsidera qualquer intervenção, ou necessidade de mudança, durante a realização da atividade;

c) Fundamenta-se na compreensão epistêmica e filosófica do que seja a complexidade, ou seja, *complexus* – tecido em conjunto –, e sua operacionalidade como ato ou efeito de complexificar, de tecer;

d) Os princípios teórico-estratégicos não se encerram em suas indicações epistêmicas e didático-pedagógicas e, portanto constituem-se em objetivação na medida em que são operacionalizados estrategicamente como articuladores para a complexificação das QSC.

Desse modo, apresentamos na Figura 19, uma visualização da proposta de complexificação de QSC por meio das tecituras a partir da complementariedade dos princípios

teórico-estratégicos (P1, P2, P3, P4, P5 e P6) compreendidos como eixos integradores de informações multireferenciadas em uma via recursiva entre as dimensões epistêmica e didático-pedagógica.

Em seguida, apresentamos uma leitura sucinta sobre a QSC aborto, referenciada pelos princípios teórico-estratégicos. Enfatizamos que não temos a pretensão de apresentar um modelo a ser seguido, ou até mesmo engessar a proposta diante de tantas possibilidades para o seu desenvolvimento estratégico.

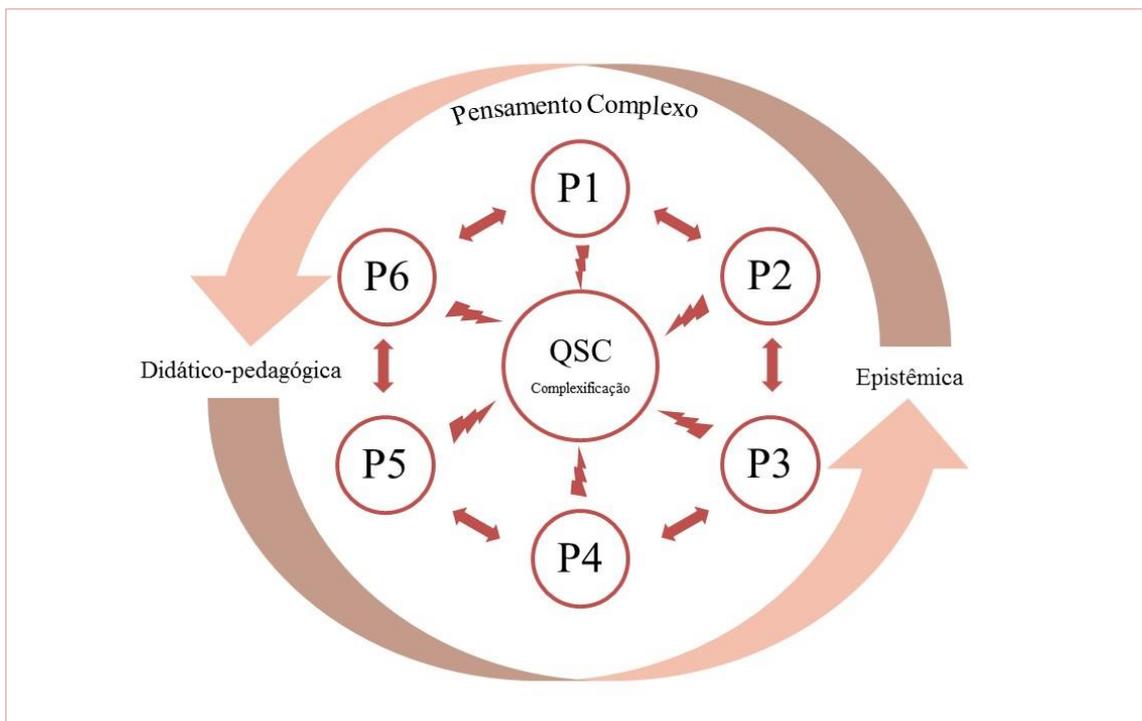


Figura 19. Integração dos princípios indicadores para a complexificação de QSC

Legenda: **P1:** Natureza das QSC; **P2:** Situação problemática; **P3:** Contexto histórico-sócio-cultural; **P4:** Conhecimento pertinente; **P5:** FFI; **P6:** Estratégias organizacionais.

Fonte: Elaboração da autora.

Vejamos, como exemplo, a QSC – aborto. O P1 é indicador do estudo acerca dos elementos da natureza epistêmica, pressupõe a evidenciação das contradições/crises entre os âmbitos científico-tecnológico e social e, por isso, evidencia as controvérsias sobre essa questão por meio dos ASC via inter-relações CTS. Caracteriza-se pelo estudo das especificidades dos elementos conceituais – científico-tecnológico, valorativo e multidisciplinar – e, de suas relações.

As informações, a partir da caracterização dessas relações, tendem a contextualizar os antagonismos e elucidar os interesses imbricados para tomada de consciência sobre os conflitos

entre os âmbitos científico-tecnológico e social. Pode ser sinalizado pelo questionamento orientador: Quais conflitos relacionados ao aborto podemos identificar da relação entre os âmbitos científico-tecnológico e social?

Os valores estão relacionados a contextos e situações coletivas e individuais (subjetivas), consequentes de experiências de ordem ideológica, política, cultural, religiosa, ambiental, estética, cognitiva, entre outras. Isso evidencia influências históricas, econômicas, políticas, culturais, religiosas, éticas e morais que nos levam à interpretação da realidade como uma construção social subjetiva e intersubjetiva. Por isso, o P1 também apresenta relações conceituais voltadas aos demais princípios.

Objetivamente, os P2 e P3, visam situar as informações advindas dos âmbitos científico-tecnológico e social em um cenário CTS e da sua relação com as ideias, crenças e os valores. Assim, podemos direcionar as discussões sobre a QSC aborto tendo como cenário problematizador a infecção de mulheres grávidas pelo “Zika Vírus”⁹⁵ frente indícios da associação desse vírus ao aumento de casos que apresentaram o desenvolvimento da microcefalia⁹⁶. Nesse cenário, organizações de direitos das mulheres defendem a legalização do aborto.

Esse cenário problematizador suscita a acareação de fatos, informações e dados, advindos dos âmbitos científico-tecnológico, mediante as pesquisas que estão sendo realizadas sobre a correlação dos efeitos do vírus em mulheres gestantes e o desenvolvimento da microcefalia. Por outro lado, ele nos introduz controvérsias que evidenciam os valores calcados em influências de múltiplas origens sobre a concepção de vida. Isso porque a defesa do aborto frente a essa questão está localizada em situações incertas que não se limitam às discussões sobre a concepção de “estar vivo” acerca do ponto de vista biológico, mas, sobretudo, no conceito da vida relacionado à dignidade⁹⁷.

O P4 nos indica a organização das informações em uma via de integração dos saberes disciplinares, metadisciplinares e cotidiano situadas em seu contexto para que adquiram sentido em sua globalidade. Conceitos disciplinares, tais como aqueles advindos da embriologia, poderão ser alocados para a compreensão da situação gestacional e das implicações sobre a prática do aborto. A abertura da abordagem desses conceitos disciplinares se fará mediante a

⁹⁵ Infecção causada pelo vírus “ZIKV” e transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*.

⁹⁶ É uma condição neurológica rara em que a cabeça e o cérebro da criança são significativamente menores do que os de outras da mesma idade e do mesmo sexo. A microcefalia normalmente é diagnosticada no início da vida (o cérebro não cresce o suficiente durante a gestação ou após o nascimento).

⁹⁷ O conceito de vida enquanto dignidade, nos suscita discussões sobre o ponto de vista acerca do desenvolvimento da criança com microcefalia diante das limitações/incapacidades advindas dessa situação.

contextualização histórica-sócio-cultural, o que, por sua vez, acrescenta a esse objetivo os conhecimentos metadisciplinares.

Nessa perspectiva, o conhecimento metadisciplinar, nos indica a abordagem filosófica como propulsora de reflexões e da construção do conhecimento pela leitura sobre as crenças, valores e as opiniões previamente elucidados acerca do aborto a partir de um cenário problematizado no caso, sobre a correlação do Zika Vírus e a microcefalia.

No âmbito dos valores, podemos identificar a ética e a consciência moral, que, por sua vez, consideram a dimensão egocêntrica (eu) e a potencialidade para o desenvolvimento do altruísmo (nós) em um processo dialógico em que o “eu” se dirige para o “nós”. Diante disso, o P5 nos propõe uma análise da QSC com base nos FFI consubstanciados pela reflexão sobre os fundamentos e os princípios da moral, visto que os valores aqui evidenciados estão relacionados à ideia de julgamento/tomada de decisão. Nesse sentido, as discussões serão direcionadas ao repensar sobre o possível e o necessário, ou seja, na relação da ciência, política e economia com a ética por meio do direcionamento das discussões fundamentado na ideia de que não existe direito absoluto, caso contrário não haveria espaço para as discussões, por exemplo, sobre o aborto.

O P6 está para a localização dos indivíduos como protagonistas de sua história a partir da aptidão geral para compreender e enfrentar problemas. Isso significa que todo o processo de construção do conhecimento que se quer pertinente para o julgamento e a tomada de decisão sobre QSC será organizado/reorganizado processualmente via enfoques estratégico e dialógico. Nesse processo, o trabalho de investigação para a análise de diferentes de dados e opiniões/interpretações se dará por meio de uma dinâmica a partir de questionamentos reconstrutivos com vistas à organização de um corpo de conhecimentos para fundamentar argumentações e emissão de julgamentos.

No próximo capítulo, denominado “Técnicas Finais”, resgataremos alguns conceitos centrais apresentados no decorrer da tese, no sentido de tecermos considerações sobre o trabalho realizado e indicarmos perspectivas de continuidade.

TECITURAS FINAIS

A motivação para o desenvolvimento deste trabalho foi fundamentada na evidência de especificidades conceituais de QSC, tendo em vista suas ligações com aspectos das inter-relações CTS e sua inerente complexidade. Dessa forma, delimitamos nossos estudos a partir de duas vias complementares: a dimensão epistêmica e didático-pedagógica, sendo que cada uma delas comporta elementos teórico-reflexivos voltados à compreensão da natureza complexificada das QSC.

Assim, a partir deste estudo, objetivamos delinear, com base no pensamento complexo, princípios epistêmicos teórico-estratégicos orientadores em discussões de QSC em aulas de Ciências. Para tanto, a tese foi construída e organizada em referência aos questionamentos orientadores, que, por sua vez, consubstanciaram-se nos objetivos específicos deste trabalho.

Sendo assim, inicialmente nos questionamos: Quais as relações conceituais entre a Educação CTS e QSC? Identificamos que, historicamente, os temas controversos foram introduzidos em currículos de contextos específicos, como ocorreu, por exemplo, na Inglaterra, por volta da década de 1970, por meio da inclusão de temas sobre relações familiares, pobreza, raça e homossexualidade. No entanto, reconhecemos que a inclusão de QSC nos currículos de Ciências tiveram destaque quando controvérsias relacionadas ao desenvolvimento de pesquisas na área da genética, biotecnologia e engenharia genética trouxeram a Bioética como campo de estudos frente ao desenvolvimento científico-tecnológico. Isso nos direciona a uma das especificidades das QSC calcada nas controvérsias existentes entre o âmbito científico-tecnológico e social.

Frente a isso, observamos que as QSC apresentam propósitos educacionais que consubstanciam os objetivos da Educação CTS e, a partir dessa caracterização inicial, definimos como “complementariedade objetiva específica” a relação QSC-CTS. Isso significa que, objetivamente, QSC e Educação CTS denotam abordagens complementares no que se refere aos propósitos gerais acerca da educação científica que, fundamentalmente, estão calcados na formação de cidadãos para atuação em uma sociedade democrática. Por outro lado, as QSC possuem objetivações específicas; no caso, a expressão dos valores nos julgamentos das controvérsias.

No campo do currículo, realizamos uma leitura sistemática dos documentos oficiais com o intuito de identificar aspectos conceituais sobre QSC no Ensino de Ciências. Desse modo,

foram analisados: PCNEM (1999), PCN+ (2002), OCNEM (2006) e Diretrizes Curriculares (2013), especificamente no que compete às disciplinas de Biologia, Física e Química. Além desses, também elencamos considerações sobre o documento de apresentação (ainda em construção) da BNCC (2015).

A partir da análise textual, identificamos trechos em cada documento oficial que sinalizaram a importância da abordagem das QSC no Ensino de Ciências. Descrições relacionadas à ciência e tecnologia que expressam termos característicos em discussões de QSC foram recorrentes nas proposições curriculares de Biologia. Acreditamos que isso se deve principalmente ao próprio conteúdo biológico, que, por sua natureza, lida com questões polêmicas diretamente ligadas ao desenvolvimento científico-tecnológico e à sua relação com situações sociais.

No documento da Física, identificamos menos trechos, se comparado ao quantitativo de Biologia. As descrições apontam a importância do enfoque das inter-relações CTS em relação às controvérsias sociocientíficas e expressam a importância em se reconhecer/identificar riscos/benefícios de determinadas técnicas para se avaliar as informações e emitir juízos de valor.

No que compete às proposições curriculares de Química, há notória relação entre o conteúdo, as discussões de ASC e o desenvolvimento de habilidades concernentes à tomada de decisão relacionada à formação cidadã. Assim, de modo geral, os documentos curriculares, bem como as novas Diretrizes Curriculares (2013), expressam a importância em se abordar as controvérsias sociocientíficas por meio dos ASC, reconhecendo a importância em se evidenciar a diversidade de informações e valores diante de temas polêmicos que dizem respeito aos âmbitos social e científico-tecnológico.

No documento de apresentação da BNCC (2015), as QSC foram evidenciadas como importantes ferramentas na abordagem de aspectos relativos à compreensão das inter-relações CTS, o que expressa a relação “CTS-QSC”. Além disso, são vistas como propulsoras para a contextualização histórica, social e cultural do conhecimento biológico. Também identificamos, no referido documento, a abordagem de QSC para a formação de um cidadão crítico e participativo no que compete ao Ensino de Química.

Embora as QSC estejam notadamente expressas na BNCC, seu conceito ainda aparece relacionado a um viés predominantemente metodológico, visto que são sinalizadas no documento como “atividade-meio” para o alcance de outros objetivos formativos. Em outras palavras, não se menciona a importância de um planejamento voltado à análise conceitual para se determinar as especificidades de seus elementos constitutivos e a diversidade de cenários

sociocientíficos em que possam ser discutidas mediante a identificação das controvérsias.

Além disso, cabem algumas ressalvas em relação ao próprio formato conceitual do documento, visto que nos parece contraditório pensar em um ensino integrado se a proposta está organizada a partir de componentes disciplinares. Acreditamos que, de antemão, deveria expressar temas integradores, sinalizando claramente a legitimidade de mudanças propostas nos fundamentos de um currículo integrado em um eixo de complementariedade entre os conteúdos disciplinares e suas relações com os ASC, e não justaposto da forma como está sendo explicitado.

Mediante a análise realizada nos documentos curriculares supramencionados, observamos que os mesmos sinalizam ASC relacionados à abordagem das inter-relações CTS para a formação cidadã. Cabe enfatizar que o documento de apresentação da BNCC (2015), diferente dos demais, apresenta, de forma clara, os objetivos e critérios no que diz respeito à abordagem de QSC. A exemplo o Ensino de Biologia, quando explicita que: [...] “O conhecimento biológico tem dimensões sociais, tecnológicas, culturais, éticas, afetivas e artísticas. A discussão de questões sociocientíficas pode ser utilizada para contemplar tais dimensões” (p. 188). Como também no Ensino de Química, quando menciona no documento: “[...] que o/a estudante seja capaz de argumentar, de se posicionar e tomar decisões acerca de uma variedade de questões sociocientíficas, de modo a se tornar um cidadão crítico e participativo que saiba usar o conhecimento químico” (p. 224).

Em continuidade, nós nos questionamos: Que aspectos conceituais e metodológicos são evidenciados nas produções sobre QSC desenvolvidas na área de Educação/Ensino de Ciências? A partir disso, realizamos uma ampla revisão das pesquisas sobre QSC nos contextos internacional e nacional. Essa análise fundamentou-se principalmente na importância da caracterização das pesquisas, bem como da identificação de elementos que nos poderiam orientar na construção de um esboço conceitual sobre a natureza das QSC.

Mediante a análise de 110 artigos de periódicos nacionais e internacionais e de teses e dissertações brasileiras, podemos inferir que as pesquisas sobre QSC, objetivamente, têm se firmado em um eixo metodológico, no sentido de que suas discussões têm sido utilizadas como meio para desenvolvimento de habilidades argumentativas e/ou tomada de decisão. Além disso, tais pesquisas expressam a dificuldade e, ao mesmo tempo, a necessidade em se evidenciar os valores e o aprofundamento de informações científicas referentes à QSC discutida. Isso denota a importância em se explorar os elementos conceituais de informações/controvérsias.

Nos artigos, as inferências teóricas conceituais e pedagógicas indicam que as QSC são abordagens complexas e interdisciplinares que incorporam valores expressos por meio de

visões conflitantes. Explicitam que a análise de pontos de vista e a evidenciação de crenças e valores são necessárias para o processo formativo, que objetiva o desenvolvimento de habilidades de argumentação e tomada de decisão. Nesse sentido, a abordagem das QSC requer conhecimentos mais específicos e formais a respeito de valores e discursos políticos e econômicos sobre a natureza da ciência e interpretação das informações disponíveis, as quais devem ser contextualizadas.

Também constatamos que as pesquisas, no contexto nacional, expressam claramente a relação entre pressupostos da Educação CTS e as objetivações da abordagem das QSC. No que compete ao contexto internacional, as investigações evidenciam as QSC como um campo de estudos específico, ou que está sendo delineado em função da limitação da Educação CTS ao não considerar aspectos valorativos em sua abordagem, o que, de acordo com essas investigações, justifica a abordagem/pesquisa das QSC como um campo de estudos independente.

A partir dessa revisão, consideramos que identificar elementos conceituais que consubstanciam a natureza das QSC possa contribuir para uma abordagem fundamentada que considerará fatores importantes para a formação sociopolítica dos estudantes envolvidos nas discussões dessas questões. Em outras palavras, caracterizar a natureza epistêmica das QSC nos possibilitará planejar ações mais objetivas e contextualizadas frente à diversidade de interpretações e valores imbricados em discussões sociocientíficas controversas.

Dessa forma, delimitamos alguns indicativos conceituais predominantes em relação às QSC, as quais: 1) são complexas por sua natureza multidisciplinar; 2) são estratégias de ensino mediadoras para o desenvolvimento de habilidades argumentativas; 3) envolvem em suas discussões aspectos culturais, valorativos, políticos, econômicos, filosóficos, psicológicos, históricos e ontológicos; e 4) pressupõem um planejamento com objetivos e avaliações predefinidos.

No entanto, parece que a dimensão epistêmica, portadora de especificidades conceituais, necessita de maiores aprofundamentos e direcionamentos, visto que a mesma é resultante de uma configuração conceitual que visa identificar características definidoras do objeto de conhecimento. Uma vez identificada, a base epistêmica nos indicará elementos de articulação com a dimensão didático-pedagógica para fundamentar o planejamento de atividades educativas calcadas em objetivos que envolvam as especificidades de discussões de controvérsias sociocientíficas.

Nesse sentido, embora as QSC sejam compreendidas como questões complexas em função da sua inerente multidisciplinaridade, é preciso identificar quais sejam seus elementos

conceituais e a relação de complementariedade entre eles a fim de caracterizar a sua natureza complexa. Em função disso, nós nos questionamos: Que elementos configuram a natureza epistêmica das QSC? E, ainda, que pressupostos do pensamento complexo podem contribuir para a complexificação das QSC em sua natureza epistêmica?

Sendo assim, o “pensamento complexo” como referencial teórico-estratégico revela a nossa intenção em “complexificar” as QSC com vistas a uma abordagem sistêmica de forma contextualizada em duas dimensões do ensino educativo: a dimensão epistêmica que se propõe a evidenciar as características conceituais das QSC e a dimensão didático-pedagógica, de modo que seja necessário pensar sobre a primeira, em seus múltiplos aspectos, para uma ação que se fundamenta na segunda pela objetividade formativa de cidadãos.

Desse modo, em nossos estudos, caracterizamos os elementos da natureza das QSC, pois entendemos que, a partir do princípio sistêmico, as interações entre esses elementos produzem ideias gerais e, ao mesmo tempo, específicas que se organizam e desencadeiam compreensões sobre determinada problemática sociocientífica. Assim, ao considerarmos as controvérsias sociocientíficas a partir de um olhar complexo, nós as entendemos como expressões que mantêm as contradições no seio conceitual das QSC, onde residem as partes (elementos) que, por suas especificidades conceituais, são antagônicas entre si e também complementares, quando compreendidas em um “todo conceitual”.

A partir da perspectiva da complexidade, consideramos as QSC como uma unidade múltipla em que as controvérsias residem nas interpretações das pessoas sobre uma determinada QSC, e o princípio dialógico se expressa nas distinções entre os elementos que compõem a natureza das QSC em uma perspectiva complementar, pois cada elemento se inter-relaciona com os aspectos sociais, econômicos, políticos, culturais, éticos e morais em uma via CTS.

Isso denota que as QSC são controversas no âmbito interpretativo/explicativo, pois envolvem juízos de valor e não apresentam uma resposta e que seus elementos conceituais são complementares no âmbito conceitual. Desse modo, as controvérsias e a complementariedade são vistas como importantes princípios para a análise conceitual de uma QSC em um processo recursivo: estudo das especificidades dos elementos conceituais (partes) das QSC – interpretação das suas relações (situando a complementariedade e controvérsia) – revitalização interpretativa que se volta às especificidades dos elementos conceituais.

Nesse movimento recursivo interpretativo, as QSC são unidades complexas relacionadas ao “sistema complexo – sociedade”, de modo que seus elementos estão relacionados e inter-relacionados dentro da unidade e também com a sociedade. No que compete à “unidade complexa QSC”, situamos os três elementos de sua natureza: a) científico-tecnológico: expressa

as inter-relações CTS; b) valorativo: explicita os valores éticos e morais; c) multidisciplinar: representa a multiplicidade de saberes.

O elemento científico-tecnológico, por sua vez, está relacionado ao elemento valorativo pela via das controvérsias, o que evidencia que diversos grupos sociais apresentam explicações, ou até mesmo proposições, de resolução incompatíveis, com base em valores alternativos. Portanto, explicita também a relação com o elemento valorativo. Ele também está relacionado ao elemento multidisciplinar pela via “específico”, o que expressa que esses se comunicam por meio do “conhecimento específico”, embora limitado, mas necessário à compreensão de uma QSC.

O elemento valorativo também está relacionado ao elemento multidisciplinar, por meio da via “crenças e valores”, evidenciando que há necessidade de se obter informações que sejam transpostas em conhecimentos situados, contextualizados, de forma a identificar que valores estão imbricados na QSC.

Em continuidade, e frente ao nosso objetivo principal, nós nos questionamos: Que princípios oriundos da complexificação das QSC poderão sinalizar indicadores para estratégias de ensino ecologizadoras?

Desse modo, direcionamos os estudos à delimitação de elementos da dimensão didático-pedagógica para a complexificação das QSC. Isso porque a entendemos como a expressão da atividade docente reconhecida na práxis e, portanto, pressupõe um encaminhamento teórico-reflexivo para o planejamento de atividades de ensino que envolvam as especificidades para abordagem de QSC.

Vale ressaltar que a complexificação das QSC perpassa pela fundamentação e caracterização dos elementos que consubstanciam a natureza epistêmica, bem como por seus aspectos relacionais, como pôde ser observado em nossas descrições ao longo do trabalho. Isso intencionalmente ressignifica a importância em se considerar essas especificidades em sala de aula na perspectiva da complexidade. Nesse caminho, além dos princípios orientadores para o pensamento complexo, também nos apoiamos nas proposições de integração didática de José Eduardo García (1998) sobre a complexificação do conhecimento por meio da incorporação de conhecimentos metadisciplinares aos conhecimentos científicos-tecnológicos.

Assim, a dimensão didático-pedagógica foi fundamentada tendo como foco de descrição duas vertentes inter-relacionadas e retroativas (práxis educativa e o conhecimento). Assumimos como orientação epistemológica a complexidade e os princípios orgânicos do pensamento complexo e, nessa intenção, o conhecimento que se quer pertinente é abordado em uma

perspectiva multidimensional caracterizada pela integração entre as ciências naturais e humanas, a cultura e a filosofia.

Além disso, como se trata de um conhecimento construído no âmbito escolar, busca-se a integração e o enriquecimento de crenças e valores, dos conhecimentos metadisciplinares aos conhecimentos científico-tecnológicos, para contribuir com a transição de formas de pensamento simples para outras mais complexas, sendo os “Fundamentos Formativos Identitários” a expressão da intencionalidade, para o desenvolvimento de uma consciência pessoal e humanitária – “antropoética”, também definida como o modo ético de assumir o destino humano.

A base da nossa proposta foi construída por meio de quatro quadros de estudo que compõem o que chamamos de “Quadro de Referência” para a complexificação das QSC; são eles: **1) Natureza das QSC e a organização de uma situação problemática:** sinaliza elementos que consubstanciam a natureza epistêmica das QSC em um olhar complexo, reconhecendo as controvérsias a partir das relações entre os âmbitos sociocultural e científico-tecnológico; **2) Conhecimento pertinente e os eixos metadisciplinares:** sinaliza a identificação de saberes disciplinares, metadisciplinares e cotidianos na elaboração de uma base de conhecimentos para a compreensão da complexidade de QSC; **3) Fundamentos Formativos Identitários e o contexto sócio-histórico e cultural:** sinaliza elementos conceituais necessários à formação da consciência pessoal e humanitária com vistas à consciência antropoética e **4) Estratégias organizacionais:** evidencia o reconhecimento de elementos inerentes à complexidade das QSC para caracterizá-las como atividades estratégicas.

De modo geral, os quadros de estudo foram organizados com o propósito de se evidenciar os núcleos propositivos das especificidades de uma atividade controversa. Em síntese, destacamos seus princípios indicadores para a complexificação das QSC, nos quais denotam conceitos voltados à relação entre as dimensões epistêmica e didático-pedagógica por meio de descrições que as configuram em “princípios teórico-estratégicos”.

Mediante a nossa intencionalidade em compreender as QSC como um objeto de estudo para além de sua perspectiva estritamente metodológica, entendemos que os princípios teórico-estratégicos necessitam adquirir significação didático-pedagógica por meio da relação de, pelo menos, três condições expressivas, a saber: 1) em uma situação concreta de sala de aula, na qual situe o conhecimento científico-tecnológico relacionando-o aos aspectos sócio-histórico-culturais, às crenças e aos valores em uma via integradora, portanto de natureza interdisciplinar e transdisciplinar; 2) na evidenciação de dados e informações sobre as controvérsias por meio das inter-relações CTS; 3) em uma perspectiva curricular de caráter investigativo como enfoque

organizacional estratégico e dialógico para o estudo das QSC a partir de sua natureza epistêmica.

Entendemos que a significação didático-pedagógica compreende os princípios teórico-estratégicos como “ponto de partida” para orientar o planejamento de atividades que visam abordar discussões de controvérsias sociocientíficas. Assim, os princípios passarão a ser efetivamente coordenados na medida em que os docentes adquiram percepções mais conscientes acerca da perspectiva da complexidade em um processo gradual mediante a implementação e experiência de formas mais concretas de intervenção, tendo como referência a realidade da sua sala de aula.

Nesse sentido, acreditamos que a proposta de complexificação das QSC apresentada nesta tese possa contribuir com o processo reflexivo de professores para a construção de suas propostas didático-pedagógicas no sentido de que os mesmos compreendam a inerente complexidade da natureza epistêmica das QSC. Esperamos, sobretudo, que os princípios teórico-estratégicos sejam propulsores para novos questionamentos e encaminhamentos no que se refere à potencialidade ética e moral das QSC no processo formativo dos educandos em aulas de Ciências.

Mediante a releitura dos resultados provenientes dos estudos realizados em meio a constantes indagações do orientador deste trabalho, passo neste momento a uma sucinta apresentação, em primeira pessoa do singular, para expressar o meu olhar, de professora de Biologia e formadora de professores de Ciências.

Isso se deve principalmente à uma leitura que realizei recentemente de um conto chamado “A rosa caramela” de Mia Couto⁹⁸, no qual o autor explicitou em um de seus versos poéticos: “O que amamos é sempre chuva, entre voo da nuvem e a prisão do charco. Afinal, somos caçadores que a si mesmo azagaiam. No arremesso certo vai sempre um pouco de quem dispara (p. 13)”. Sim! No arremesso dessas proposições acerca da abordagem de QSC no Ensino de Ciências, há, portanto, a minha subjetividade, a minha versão idealista.

Nas reflexões sobre o caminho que realizei, e mediante a tentativa de entrelaçar as minhas experiências profissionais e de vida ainda iniciais, diga-se de passagem, percebo que o arcabouço teórico construído nas descrições mencionadas no decorrer desse trabalho, me remete diretamente ao meu campo de trabalho – a universidade e, em específico, sobre o processo formativo dos futuros professores de Ciências.

⁹⁸ António Emílio Leite Couto, Mia Couto é um escritor moçambicano, formado em Biologia e que atualmente encontra-se na área do jornalismo.

Isso porque, percebo que meu esforço a todo tempo esteve focado na figura dos professores de Ciências em exercício, mas, por sua vez, alicerçado na minha experiência de professora formadora. Portanto, em momentos de crise, reflito sobre uma diversidade de questões que se constituem em uma relação inter-retroativa das limitações, lacunas e desafios de um trabalho teórico. Por outro lado, entendo que são os momentos de crise que nos impõem a necessidade de um outro caminho/outras possibilidades e, em uma via recursiva, parafraseando Edgar Morin, para “repensar a reforma, reformar o pensamento”.

Nesse sentido, percebo que o pensamento complexo se constitui na ação-reflexão-ação como propulsor de ideias novas, visto que, incorpora a objetividade do ensino educativo em formar cidadãos para o enfrentamento de problemas diante das incertezas do tempo presente e futuro. Frente a isso, e especificamente sobre o Ensino de Ciências, seja em qualquer nível de ensino, acredito que as QSC, por sua inerente complexidade, ou seja, por sua natureza multidisciplinar, multidimensional, sociocientífica e controversa, são compreendidas como estratégias propulsoras ao esforço de um pensamento que reconheça um conhecimento articulado e multireferenciado.

Assim, compreendo que as QSC por meio dos princípios teórico-estratégicos sinalizados neste trabalho, poderão ser organizadas, resignificadas e, analisadas por meio de investigações, sejam elas via planejamento e desenvolvimento de uma proposta curricular, uma disciplina na formação inicial de professores de Ciências, ou em projetos desenvolvidos junto às escolas com a colaboração de professores em exercício, ou ainda, aqueles que reúnam professores em formação inicial e continuada.

Além disso, as minhas leituras sobre a teoria da complexidade e os pressupostos do pensamento complexo calcados por Edgar Morin, vem sendo realizadas em um constante processo de interpretação – amadurecimento teórico – reinterpretção e, por isso, fazem-se mais claras e suscitam mais questionamentos que me levam a compreender melhor o direcionamento das minhas projeções. Desse modo, em uma perspectiva de continuidade, deixo um pouco das minhas interpretações ou por que não dizer elucubrações sobre o caminho trilhado até aqui.

“A complexidade”

O que (e como) seria essa tal “complexidade”?

Achei que poderia estar relacionada a algo muito complicado!

Tolice minha!

Disseram, Prigogine e Stengers, tratar-se de uma “Nova Aliança”...

Busquei, então, nos “Sete Saberes Necessários”, os “Fundamentos Perdidos” para dar os primeiros passos rumo à compreensão do “Paradigma da Natureza Humana”.

Na “Religação dos Saberes para educar na era planetária” trilhei “Meu Caminho”, esforçando-me para (ao menos tentar) desenvolver uma “Cabeça bem-feita e Repensar a Reforma – Reformar o Pensamento”.

Nas idas e vindas dessa busca, necessário foi olhar para aspectos da “Ciência com Consciência” e expulsar muitos dos “Meus Demônios”, para, então, dar os primeiros, mas firmes passos à “Introdução do Pensamento Complexo”.

Gostei!

Gostei tanto que até recorri ao “Método 1, 2, 3, 4, 5 e 6”, com o intuito de me auxiliar a desenvolver e adquirir um pouco de “Inteligência da Complexidade” para uma “Ideia” “Ética” do “Conhecimento” da “Vida” e da “Natureza” da “Humanidade” que Morin tanto tem se esforçado para explicar...

Mas, e agora?

Nas tecituras que realizei, a complexidade é mais que uma teoria; o Pensamento Complexo é um todo pela relação, dado que permite integrar e entender ordem/desordem/organização!

Nada de simplificar, e sim, estrategicamente, ser recursivo, hologramático e dialógico... Eis um olhar sobre as incertezas da vida sobre a história do passado e presente para um futuro que se quer consciente.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. Educacion Ciencia-Tecnologia-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se llame. **Educación Química**, v.16, n. 2, p. 114-124, 2003.
- AMORIM, A. C. **O Ensino de Biologia e as Relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade: o que dizem os professores e o currículo do Ensino Médio?** 1995. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1995.
- ANTUNES, R. **Os sentidos do trabalho: ensaio sobre a afirmação e a negação do trabalho.** 6 ed. São Paulo: Boitempo Editorial, 2002. 261p.
- ARROYO, M. G. **Currículo: território em disputa.** 5 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013. 250p.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. **Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro.** *Ciência & Educação*, Bauru, v. 7, n. 1. p. 1-13, 2001.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** Edição revista e atualizada. Ed: Editora Gráfica Prol e acabamento, 2008. 281p.
- BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998. 254p.
- BECK, U. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade.** Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Ed. 34, 2010. 368p.
- BELL, R. L.; LEDERMAN, N. G. Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. **Science Education**, v. 87, n. 3, p. 352-377, 2003.
- BRASIL. Constituição. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988.
- _____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Lei nº 9.394, 1996.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.** Brasília, 1999.
- _____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília, 2006.
- _____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica.** Brasília: MEC/SEB/DICEI, 2013.
- _____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Documento de apresentação da Base Curricular Comum Nacional – BNCC.** Brasília, 2015. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>>. Acesso em: 23 out. 2015.

BRYCE, T. G. K.; DAY, S. P. Scepticism and doubt in science and science education: the complexity of global warming as a socio-scientific issue. **Cultural Studies of Science Education**, v. 9, p. 599-632, 2014.

BUSH, V. **Science The Endless Frontier**. A Report to the President by Vannevar Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development, Washington, 1945. Disponível em: <<https://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm>>. Acesso em mar. 2015.

CABRERA, H. A. **Eutanásia: direito de morrer dignamente**. 2010. 158f. Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário FIEO – UNIFIEO. Osasco, 2010.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (orgs). **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. 264p.

CALDEIRA, A. M. S.; ZAIDAN, S. Prática pedagógica. In: OLIVEIRA, D. A.; DUARTE, A. C.; VIEIRA, L. M. F. (Org.). **Dicionário: trabalho, profissão e condição docente**. Belo Horizonte: GESTRADO/FaE/UFMG, 2010. CDROM.

CAPRA, F. **O ponto de mutação**. São Paulo: Cultrix, 1982. 305p.

CARAMELLO, G.W. **Aspectos da complexidade: contribuições da física para a compreensão do tema ambiental**. 2012. 262 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

CARGNIN, A. **Aspectos (controvertidos) da eutanásia: conceitos e configuração**. 2004. 54f. Monografia (Especialização) – Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Criciúma, 2004.

CASTIEL, L. D. Complexidade e Biologia. **Revista da SBHC**, n. 8, p. 21-30, 1992.

CORRÊA, M. C. D. V; MASTRELLA, M. Aborto e misoprostol: usos médicos, práticas de saúde e controvérsia científica. **Revista Ciência Saúde Coletiva**, v.17, n.7, p. 1777-1784, 2012.

COSTA, A. **Mostra de Ciência, Tecnologia e Sociedade como estratégia para viragem de Código de Coleção para um Código de Integração nas Escolas**. 1994. 147f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1994.

DRIVER, R., NEWTON, P. e OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.

ECO, U. **Como se faz uma tese em ciências humanas**. 16 ed. São Paulo: Perspectiva, 2001. 238p.

FADIGAS, M. D. **Características de uma sequência didática sobre racismo científico para a promoção de uma compreensão crítica das relações CTS**. 2015. 190f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia – UFBA, Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2015.

FEENBERG, A. O que é filosofia da tecnologia? In: NEDER, R. (org.) Andrew Feenberg: **racionalização democrática, poder e tecnologia**. Brasília: Centro de Desenvolvimento Sustentável/UnB, 2010, p. 49-66.

FENSHAM, P. J. Scepticism and trust: Two counterpoint essentials in science education for complex socio-scientific issues. **Cultural Studies of Science Education**, v. 9, p. 649-661, 2014.

FERNANDES-SOBRINHO, M.; SANTOS, W. L. P. Inserções da Interdisciplinaridade e contextualização em itens do ENEM/2013 com potencial ao Enfoque CTS. **Revista Uni-pluri/versidad**, v. 14, n. 2, p. 109-116, 2014.

FORGIARINI, M. S. **A abordagem de tema polêmico no currículo da EJA: O caso do “Florestamento” no RS.** 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria - CE/UFSM, Santa Maria, 2007

FOWLER, S. R.; ZEIDLER, D. L. e SADLER, T. D. Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. **International Journal of Science Education**, v. 31, n. 2, p. 279-296, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia.** São Paulo: Paz e Terra, 1997. 165p.

FURTADO, B. A.; SAKOWSKI, P. A. M. Complexidade: uma revisão dos clássicos. **Texto para discussão - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.** Brasília: Ipea, 2014.

GARCÍA, J. E. **Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares.** Espanha: Díada Editora S. L., 1998. 221p.

GARCÍA, M. I. G.; CERESO, J. A.L.; LUJÁN, J. L. **Ciência, tecnologia y sociedad.** Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos, 1996. 327p.

GARVEY, J. **The Ethics of Climate Change. Right and Wrong in a Warming World.** Continuum International Publishing Group, Londres, Inglaterra. Tradução: Edições Rosari. São Paulo: Edições Rosari, 2010. 142p.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa.** Petrópolis: Vozes, 2006. 181p.

KOLSTO, S. D. To trust or not to trust – “pupils” ways of judging information encountered in a socioscientific issue. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 9, p. 877-901, 2001.

KRASILCHIK, M. **O Professor e o Currículo das Ciências.** São Paulo: EPU, 1987. 80p.

_____. Reformas e Realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v.14, n.1, p. 85-93, 2000.

LEVINSON, R. Towards a theoretical framework for teaching controversial socioscientific issues. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 10, p. 1201-1224, 2006.

LINSINGEN, I. Von. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, n. 3, p. 36-47, s/p, 2007.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P., RODRÍGUEZ, A. B. e DUSCHL, R. A. Doing the lesson or doing science: Argument in high school genetics. **Science Education**, v. 84, n. 6, p. 757-792, 2000.

_____; PEREIRO-MUNHOZ, C. Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 10, p. 1171-1190, 2002.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas.** 9 ed. Tradução: Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2006.

LOPES, A. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano.** Rio de Janeiro: EDUERJ, 1999. 236p.

- MAUÉS, O. C. Reformas internacionais da educação e formação de professores. In: **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n.118, p.89-117, 2003.
- MARTINAZZO, C. J.; DRESC, Ó. I. A compreensão do princípio da incerteza e suas implicações no processo de educação escolar. **Impulso**, Piracicaba, v. 58, n. 23, p. 45-57, 2013.
- MARTINEZ-PEREZ, L. F. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores**. São Paulo: Editora UNESP, 2012. 360p.
- MELLO, G. N. Formação inicial de professores da Educação Básica uma (re)visão radical. São Paulo: **Perspectiva**, v. 14, n.1, p. 98-110, 2000.
- MENDES, M. R. M. **A argumentação em discussões sociocientíficas: o contexto e o discurso**. 2012. 211f. Tese (Doutorado) Faculdade de Educação da Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- _____; SANTOS, W. L. P. Argumentação em discussões sociocientíficas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 3, p. 621-643, 2013.
- MILLAR, R. Science education for democracy: What can the school curriculum achieve? In: LEVINSON, R.; THOMAS, J. (Eds.), **Science today: Problem or crisis?** London: Routledge, 1997. p. 87-101.
- MISOCSKY, M. C. A. Da abordagem de sistemas abertos à complexidade: algumas reflexões sobre seus limites para compreender processos de interação social. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 1, n. 1, p. 1-17, 2003.
- MITCHELL, M. **Complexity: a guide tour**. New York: Oxford University Press, 2011. 368p.
- MORAES, M. C. Complexidade e Currículo: por uma nova relação. **Revista Latinoamericana Polis**, v. 25, p. 2-17, 2010.
- MORIN, E. **O paradigma perdido: a natureza humana**. 6. ed. Lisboa: Publicações Europa-América, 1999. 224p.
- _____.; LE MOIGNE, J. L. **A Inteligência da Complexidade**. 2. ed. São Paulo: Petrópolis, 2000. 263p.
- _____. Os desafios da complexidade. In: **A Religação dos Saberes – O desafio do século XXI - idealizadas e dirigidas por Edgar Morin**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002a. 583p.
- _____. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. 5. ed. São Paulo: Cortez; Brasília-DF: UNESCO, 2002b. 118p.
- _____. **Em busca dos fundamentos perdidos**. Porto Alegre: Sulina, 2002c. 128p.
- _____. **Meus demônios**. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 4. ed., 2003. 274p.
- _____. **O Método 1: A natureza da natureza**. Trad. Ilana Heineberg. 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 2005. 480p.
- _____.; CIURANA, E. R.; MOTTA, R. D. **Educar na era planetária: o pensamento complexo como método de aprendizagem no erro e na incerteza humana**. São Paulo, SP: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2 ed, 2007. 112p.
- _____. **Introdução ao Pensamento Complexo**. Tradução Eliane Lisboa, 4 ed. Porto Alegre: Sulina, 2011a. 120p.

_____. **O Método 6: A ética da ética.** Trad. Juremir Machado da Silva. 4. ed. Porto Alegre: Sulina, 2011c. 224p.

_____. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento.** 20 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012a. 128p.

_____. **Ciência com Consciência.** 15ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013a. 344p.

_____.; ALMEIDA, M. da C.; CARVALHO, E. de A. (orgs.) **Educação e Complexidade: os sete saberes e outros ensaios.** 6 ed. São Paulo: Cortez, 2013b.

MOTOYAMA, S. Os principais marcos históricos em ciência e tecnologia no Brasil. **Sociedade Brasileira de História da Ciência**, São Paulo, n.1, p.41-49, 1985.

MUELLER, M. P.; ZEIDLER, D. L. Moral-ethical character and science education: Ecojustice ethics through socioscientific issues (SSI). In: TIPPINS, M. D., MUELLER, M., VAN EIJCK e ADAMS, J. (Eds.). **Cultural studies and environmentalism: The confluence of ecojustice, place-based (science) education, and indigenous knowledge systems.** New York: Springer, 2010. p. 105-128.

NASCIMENTO-JÚNIOR, A. F. O Conhecimento Biológico nos Documentos Curriculares Nacionais do Ensino Médio: uma análise Histórico-Filosófica a partir dos Estatutos da Biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 223-243, 2011.

OSBORNE, J., ERDURAN, S. e SIMON, S. Enhancing the quality of argument in school science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 10, p. 994-1020, 2004.

OULTON, C., DILLON, J. e GRACE, M. Reconceptualising the teaching of controversial issues. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 4, p. 411-423, 2004.

PAIVA, W. P. A Teoria do Caos e as organizações. **Caderno de pesquisa em Administração**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 85-96, 2001.

PEDRO, A. P. Ética, moral, axiologia e valores: confusões e ambiguidades em torno de um conceito comum. **Kriterion**, Belo Horizonte, v. 55, n.130, p. 483-498, 2014.

PEDROSO, M. N. C. A formação do novo trabalhador frente à reestruturação do trabalho e da produção. **Sociedade em Debate**, Pelotas, v. 13, n. 1, p. 121-137, 2007.

PENA, S. D. J. Razões para banir o conceito de raça da medicina brasileira. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v.12, n.2, p. 321-346, 2005.

PENHA, S. P. **Atividades sociocientíficas em sala de aula de física: as argumentações dos estudantes.** 2012. 485f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências, Instituto de Física e Faculdade de Educação, São Paulo, 2012.

PETRAGLIA, I. **Edgar Morin: a educação e a complexidade do ser e do saber.** 12 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011. 126p.

PETRAGLIA, I.; GONÇALVES, N. Cultura, identidade e educação. In: **Estudos de Complexidade, 5.** ALMEIDA, C; PETRAGLIA, I. (Orgs.), São Paulo: XAMÃ, 2012. 155p.

RAMSEY, J. The science education reform movement: implications for social responsibility. **Science Education**, v. 77, n. 2, p. 235-258, 1993.

RANGEL, M. **Métodos de ensino para a aprendizagem e a dinamização das aulas.** 5 ed. Campinas: Papyrus, 2010a. 93p.

_____. Fundamentos pedagógicos: referências significativas comuns ao ensino nas áreas de estudos gerais e profissionalizantes. **Revista de Educação Profissional**, Rio de Janeiro, v. 36, n.3, p. 15-23, 2010b.

RATCLIFFE, M. Discussing socio-scientific issues in science lessons – pupils' actions and the teacher's role. **School Science Review**, v. 79, n. 288, p. 55-59, 1998.

_____; GRACE, M. **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues**. Maidenhead: Open University Press, 2003. 178p.

REIS, P. **A promoção do pensamento através da discussão dos novos avanços na área da biotecnologia e da genética**. 1997. 202f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 1997.

_____. A discussão de assuntos controversos no ensino de ciências. **Inovação**, v.12, p. 107-112, 1999.

_____. **Controvérsias sócio-científicas: Discutir ou não discutir? Percursos de Aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida**. 2004. 488f. Tese (Doutorado) – Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2004.

_____.; GALVÃO, C. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 131-160, 2005.

_____.; _____. Os professores de ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista Eletrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, v. 7, n. 3, p. 746-772, 2008.

_____. Ciência e Controvérsia. **Revista de Estudos Universitários**, v. 35, n. 2, p. 9-15, 2009.

_____. Da Discussão à ação sóciopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2013.

ROCHA-NETO, I. Introdução ao pensamento sistêmico. In: ROCHA-NETO, I.; ALONSO, L. B. N. (Orgs.) **Complexus: tecendo juntos**. Brasília: Paralelo 15, p. 21-28, 2011. 199p.

RODRIGUES, Jr. L. Autopoiesis e o sistema social de Niklas Luhman: a propósito de alguns conceitos. **Sociologias**, v.2, n.3, p.254-265, 2000.

RUYER, R. **A cibernética e a origem da informação**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1972. 241p.

SÁ, L. P. **Estudos de caso na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no Ensino Superior de Química**. 2010. 278f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

SADLER, T. D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 5, p. 513 - 536, 2004.

_____.; ZEIDLER, D. L. The morality of socioscientific issues construal and resolution of genetic engineering dilemmas. **Science Education**, v. 88, n. 1, p. 4-27, 2004.

_____.; _____. Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision-making. **Journal of Research in Science Education**, v. 42, p. 112-138, 2005.

_____.; DONNELLY, L. A. Socioscientific argumentation: the effects of content knowledge and morality. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 12, p. 1463-1488, 2006.

- SANTOS, A. Complexidade e transdisciplinaridade em educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido. **Revista Brasileira de Educação**, v.13, n.37, p. 71-83, 2008.
- SANTOS, W. L. P. **O ensino de química para formar o cidadão**: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. 1992, 233f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.
- _____.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química**: compromisso com a cidadania. Unijuí: Ijuí, 1997. 159p.
- _____.; MORTIMER, E. Tomada de decisão para ação social responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.
- _____. **Aspectos sócio-científicos em aulas de Química**. 2002. 336f. Tese (Doutorado) Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.
- _____. Educação Científica na perspectiva de Letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v.12, n.36, p. 474-492, 2007.
- _____. Educação científica humanista em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria**, v.1, n.1, p. 109-131, 2008.
- _____.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.
- SERVA, M. O paradigma da complexidade e a análise organizacional. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 26-35, 1992.
- SILVA, K. M. A. **Abordagem CTS no Ensino Médio**: um estudo de caso da prática pedagógica de professores de Biologia. 2010. 161f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Goiânia, 2010.
- SIMONNEAUX, L. Argumentation in socio-scientific contexts. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds). **Argumentation in Science Education: Perspectives from classroom-Based Research**. USA, Tallahassee: Springer, 2008. p. 179-199.
- STACEY, R. D. **The chaos frontier**: criative strategic control for business. Oxford: Butterworth Heinmann, 1991.
- STRIEDER, R. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil**: sentidos e perspectivas. 2012. 283f. Tese (Doutorado) – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biologia/Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- TRIVELATO, S. L. F. **Ciência/Tecnologia/Sociedade**: mudanças curriculares e formação de professores. 1993. Tese (Doutorado) Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- ZEIDLER, D. L.; WALKER, K. A.; ACKETT, W. A.; SIMMONS, M. L. Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. **Science Education**, v. 86, p. 343-367, 2002.
- _____.; SADLER, T. D., SIMMONS, M. L. e HOWES, E. V. Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.

WELLINGTON, J. J. **Controversial issues in the curriculum.** Oxford: Basil Blackwell, 1986.

WU, Y. T. e TSAI, C. C. High school students' preference and reasoning on a socioscientific issue: qualitative and quantitative analyses. '**International Journal of Science Education**, v. 29, n. 9, p. 1163-1187, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Quadro de identificação de periódicos internacionais

Periódicos	Qualis* Educação	Qualis Ensino
Cultural Studies of Science Education	A2	A1
Educación de las Ciencias		A1
Enseñanza de las Ciencias	A1	A1
Interciência (Caracas)		A1
International Journal of Science and Mathematics Education	A1	A1
International Journal of Science Education	A1	A1
Journal of Baltic Science Education	A2	A1
Journal of Research in Science Teaching	A1	A1
Journal of Science Education and Technology	A1	
Natural Science Education	A1	A1
Research in Science & Technological Education		A1
Research in Science Education	A1	A1
Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias	A2	A2
Revista Eletrônica de Investigación en Educación en Ciencias		A2
Science		A2
Science & Education	A1	A1
Science Education	A1	
Science Education International	A1	
Science in Context		A2
Science Studies	A1	
Science, Technology and Society		A2
Studies in Science Education	A1	

* Qualis referência 2014

APÊNDICE B

Quadro de identificação das publicações em periódicos internacionais

Ano, vol. n ^o	Autores	Título
1. Research in Science Education		
1998, 28, 1	Renée-Marie Fountain	1.1. Sociologics: Na Analytical Tool for Examining Socioscientific Discourse
2004, 34, 2	Pedro Reis; Cecília Galvão	1.2. The Impact of Socio-Scientific Controversies in Portuguese Natural Science Teachers' Conceptions and Practices
2007, 37, 4	Troy D. Sadler; Sasha A. Barab; Brianna Scott	1.3. What do Students Gain by Engaging in Socioscientific Inquiry?
2008, 38, 5	Carolina Castano	1.4. Socio-Scientific Discussions as a Way to Improve the Comprehension of Science and the Understanding of the Interrelation between Species and the Environment
2008, 38, 1	Virginie Albe	1.5. When Scientific Knowledge, Daily Life Experience, Epistemological and Social Considerations Intersect: Students' Argumentation in Group Discussions on a Socio-Scientific Issue
2010, 40, 2	Dawson, Vaille Maree; Venville, Grady	1.6. Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills about Socioscientific Issues in High School Genetics
2011, 41, 5	Wu, Ying-Tien; Tsai, Chin-Chung	1.7. The effects of Different On-Line Searching Activities on High School Students' Cognitive Structures and Informal Reasoning Regarding a Socio-Scientific Issue
2012, 42, 1	Bencze, Larry; Sperling, Erin; Carter, Lyn	1.8. Students' Research-Informed Socio-Scientific Activism: Re/Visions for a Sustainable Future
2012, 42, 6	Ottander, Christina; Ekborg, Margareta	1.9. Student's Experience of Working with Socioscientific Issues – A quantitative Study in Secondary School

2012, 42, 1	Tytlar, Russell	1.10. Socios-Scientific Issues, Sustainability and Science Education
2012, 42, 1	Simonneaux, Jean; Simonneaux, Laurence	1.11. Educational Configurations for Teaching Environmental Socioscientific Issues within the Perspective of Sustainability
2012, 42, 1	Klosterman, Michelle L.; Sadler, Troy D.; Brown, Julie	1.12. Science Teachers' Use of Mass Media to Address Socio-Scientific and Sustainability Issues
2012, 42, 1	Tomas, Louisa; Ritchie, Stephen M.	1.13. Positive Emotional Responses to Hybridised Writing about a Socio-Scientific Issue
2012, 42, 1	Robottom, Ian	1.14. Socio-scientific Issues in Education: Innovative Practices and Contending Epistemologies
2013, 43, 3	Eastwood, Jennifer L.; Sadler, Troy D.; Sherwood, Robert D.; Schlegel, Whitney M.	1.15. Students' Participation in an Interdisciplinary, Socioscientific Issues Based Undergraduate Human Biology Major and Their Understanding of Scientific Inquiry
2013, 43, 6	Ahmet Kılınç, Tezcan Kartal, Barış Eroğlu, Ümit Demiral, Özlem Afacan, Dilber Polat, Mutlu P. Demirci Guler, Özkan Görgülü	1.16. Preservice Science Teachers' Efficacy Regarding a Socioscientific Issue: a Belief System Approach
2013, 43, 2	Ekborg, Margareta; Ottander, Christina; Silfver, Eva; Simon, Shirley	1.17. Teachers' Experience of Working with Socio-Scientific Issues: A Large Scale and in Depth Study
2013, 43, 2	Bottcher, Florian; Meisert, Anke	1.18. Effects of Direct and Indirect Instruction on Fostering Decision-Making Competence in Socioscientific Issues
2013, 43, 1	Saunders, Kathryn J.; Rennie, Leonie J	1.19. A Pedagogical Model for Ethical Inquiry into Socioscientific Issues in Science

2. Cultural Studies of Science Education		
2009, 4, 3	Simonneaux, Laurence; Simonneaux, Jean	2.1. Socio-scientific reasoning influenced by identities
2009, 4, 3	Simonneaux, Laurence; Simonneaux, Jean	2.2. Students' Socio-Scientific Reasoning on Controversies from the Viewpoint of Education for Sustainable Development
2009, 4, 3	Sadler, Troy	2.3. Socioscientific Issues in Science Education: Labels, Reasoning, and Transfer
2012, 7, 2	Ideland, Malin; Malmberg, Claes	2.4. Body Talk: Students' Identity Construction while Discussing a Socioscientific Issue
2012, 7, 3	Levinson, Ralph	2.5. A Perspective on Knowing about Global Warming and a Critical Comment about Schools and Curriculum in Relation to Socio-Scientific Issues
3. Science & Education		
2008, 17, 9	Forbes, Cory T.; Davis, Elizabeth A.	3.1. Exploring Preservice Elementary Teachers' Critique and Adaptation of Science Curriculum Materials in Respect to Socioscientific Issues
2008, 17, 9	Albe, Virginie	3.2. Students' Positions and Considerations of Scientific Evidence about a Controversial Socioscientific Issue
2008, 17, 9	Levinson, Ralph	3.3. Promoting the Role of the Personal Narrative in Teaching Controversial Socio-Scientific Issues
2013, 22, 5	Barrue, Catherine; Albe, Virginie	3.4. Citizenship Education and Socioscientific Issues: Implicit Concept of Citizenship in the Curriculum, Views of French Middle School Teachers
4. International Journal of Science Education		
1997, 19, 2	Ratcliffe, Mary	4.1. Pupil decision-making about sócio-scientific issues within the Science curriculum
1999, 21, 7	Patronis, Tasos; Potari, Despina; Spiliotopoulou, Vassilik	4.2. Students' Argumentation in Decision-Making on a Socio-scientific issue: implications for teaching

2001, 23, 9	Kolsto, Stein Dankert	4.3. To Trust or not to Trust Pupils' ways of judging Information Encountered in a socio-scientific issues
2004, 26, 4	Chris Oulton; Justin Dillon; Marcus M. Grace	4.4. Reconceptualizing the teaching of controversial issues
2004, 26, 13	Reis, Pedro; Galvao, Cecilia	4.5. Socio-Scientific Controversies and Students' Conceptions about Scientists
2004, 26, 4	Sadler, Troy D.; Chambers, William F.; Zeidler, Dana L.	4.6. Student Conceptualizations of the Nature of Science in Response to a Socioscientific Issue.
2006, 28, 11	Jenny Lewis a; John Leach	4.7. Discussion of Socio-scientific Issues: The role of science knowledge
2006, 28, 12	Sadler, Troy D.; Donnelly, Lisa A	4.8. Socioscientific Argumentation: The Effects of Content Knowledge and Morality
2006, 28, 14	Kolsto, Stein Dankert	4.9. Patterns in Students' Argumentation Confronted with a Risk-Focused Socio-Scientific Issue
2006, 28, 10	Levinson, Ralph	4.10. Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socio-Scientific Issues
2007, 29, 9	Wu, Ying-Tien; Tsai, Chin-Chung	4.11. High School Students' Informal Reasoning on a Socio-Scientific Issue: Qualitative and Quantitative Analyses
2007, 29, 11	Walker, Kimberly A.; Zeidler, Dana L.	4.12. Promoting Discourse about Socioscientific Issues through Scaffolded Inquiry
2008, 30, 13	Chang, Shu-Nu; Chiu, Mei-Hung	4.13. Lakatos' Scientific Research Programmes as a Framework for Analysing Informal Argumentation about Socio-Scientific Issues
2008, 30, 13	Furberg, Anniken; Ludvigsen, Sten	4.14. Students' Meaning-Making of Socio-Scientific Issues in Computer Mediated Settings: Exploring Learning through Interaction Trajectories
2009, 31, 6	Omer Acar; Lutfullah Turkmen; Anita Roychoudhury	4.15. Student Difficulties in Socio-scientific Argumentation and Decision-making Research Findings: Crossing the borders of two research lines

2009, 31, 7	Lee, Hyunju; Witz, Klaus G.	4.16. Science Teachers' Inspiration for Teaching Socio-Scientific Issues: Disconnection with Reform Efforts
2009, 31, 2	Fowler, Samantha R.; Zeidler, Dana L.; Sadler, Troy D.	4.17. Moral Sensitivity in the Context of Socioscientific Issues in High School Science Students
2010, 32, 8	Klosterman, Michelle L.; Sadler, Troy D	4.18. Multi-Level Assessment of Scientific Content Knowledge Gains Associated with Socioscientific Issues-Based Instruction
2010, 32, 18	Topcu, Mustafa Sami; Sadler, Troy D.; Yilmaz-Tuzun, Ozgul	4.19. Preservice Science Teachers' Informal Reasoning about Socioscientific Issues: The Influence of Issue Context
2010, 33, 3	Wu, Ying-Tien; Tsai, Chin-Chung	4.20. High School Students' Informal Reasoning Regarding a Socio-Scientific Issue, with Relation to Scientific Epistemological Beliefs and Cognitive Structures
2011, 33, 8	Gardner, Grant; Jones, Gail	4.21. Perceptions and Practices: Biology Graduate Teaching Assistants' Framing of a Controversial Socioscientific Issue
2011, 33, 12	Stephen P. Day and Tom G. K. Bryce	4.22. Does the Discussion of Socio-Scientific Issues require a Paradigm Shift in Science Teachers' Thinking?
2011, 33, 13	Malin Ideland, Claes Malmberg e Mikael Winberg	4.23. Culturally Equipped for Socio-Scientific Issues? A comparative study on how teachers and students in mono- and multiethnic schools handle work with complex issues
2012	Hyunju Lee, Jungsook Yoo, Kyunghee Choi, Sung-Won Kim, Joseph Krajcik, Benjamin C. Herman and Dana L. Zeidler	4.24. Socioscientific Issues as a Vehicle for Promoting Character and Values for Global Citizens
2012	Chan-Choong Foong and Esther G.S. Daniel	4.25. Students' Argumentation Skills across Two Socio-Scientific Issues in a Confucian Classroom: Is transfer possible?

2012, 34, 12	Calik, Muammer; Coll, Richard Kevin	4.26. Investigating Socioscientific Issues via Scientific Habits of Mind: Development and Validation of the Scientific Habits of Mind Survey
2012, 34, 1	Schalk, Kelly A.	4.27. A Socioscientific Curriculum Facilitating the Development of Distal and Proximal NOS Conceptualizations
2012, 34, 5	Nielsen, Jan Alexis	4.28. Arguing from Nature: The Role of "Nature" in Students' Argumentations on a Socio-Scientific Issue
2012, 34, 3	Lee, Yeung Chung	4.29. Socio-Scientific Issues in Health Contexts: Treading a Rugged Terrain
2012, 34, 15	Eastwood, Jennifer Lynne; Sadler, Troy D.; Zeidler, Dana L.; Lewis, Anna; Amiri, Leila; Applebaum, Scott	4.30. Contextualizing Nature of Science Instruction in Socioscientific Issues
2012, 34, 6	Lee, Hyunju; Chang, Hyunsook; Choi, Kyunghye; Kim, Sung-Won; Zeidler, Dana L	4.31. Developing Character and Values for Global Citizens: Analysis of Pre-Service Science Teachers' Moral Reasoning on Socioscientific Issues
5. Journal of Research in Science Teaching		
1996, 33, 3	Cross, Roger; Prince, Ronald.	5.1. Science Teachers' Social Conscience and the Role of Controversial Issues in the Teaching of Science
2004, 41, 5	Sadler, Troy D	5.2. Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of Research
2005, 42, 1	Sadler, Troy D.; Zeidler, Dana L.	5.3. Patterns of Informal Reasoning in the Context of Socioscientific Decision Making
2006, 43, 4	Sadler, Troy D.; Amirshokoochi, Aidin; Kazempour, Mahsa; Allspaw, Kathleen M	5.4. Socioscience and Ethics in Science Classrooms: Teacher Perspectives and Strategies
2008, 45, 8	Yoon, Susan	5.5. Using Memes and Memetic Processes to Explain Social and Conceptual Influences on

		Student Understanding about Complex Socio-Scientific Issues
2009, 46, 1	Zeidler, Dana L.; Sadler, Troy D.; Applebaum, Scott; Callahan, Brendan E.	5.6. Advancing Reflective Judgment through Socioscientific Issues
2009, 46, 8	Sadler, Troy D.; Zeidler, Dana L.	5.7. Scientific Literacy, PISA, and Socioscientific Discourse: Assessment for Progressive Aims of Science Education
2010, 47, 4	Barrett, Sarah Elizabeth; Nieswandt, Martina	5.8. Teaching about Ethics through Socioscientific Issues in Physics and Chemistry: Teacher Candidates' Beliefs
2011, 48, 8	Tomas, Louisa; Ritchie, Stephen M.; Tones, Megan	5.9. Attitudinal Impact of Hybridized Writing about a Socioscientific Issue
2012, 49, 5	Rose, Shari Levine; Calabrese Barton, Angela	5.10. Should Great Lakes City Build a New Power Plant? How Youth Navigate Socioscientific Issues
2013, 50, 2	Evagorou, Maria; Osborne, Jonathan	5.11. Exploring Young Students' Collaborative Argumentation within a Socioscientific Issue
2013, 50, 3	Zeidler, Dana L.; Herman, Benjamin C.; Ruzek, Mitch; Linder, Anne; Lin, Shu-Sheng	5.12. Cross-Cultural Epistemological Orientations to Socioscientific Issues
6. Research in Science & Technological Education		
2010, 28, 3	Roberts, Ross; Gott, Richard	6.1. Questioning the Evidence for a Claim in a Socio-Scientific Issue: An Aspect of Scientific Literacy
7. Science Education		
2001, 85, 3	Kolsto, Stein	7.1. Scientific Literacy for Citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues.
2002, 86, 3	Zeidler, Dana; Walter, K.; Ackett	7.2. Tangled Up in Views: Beliefs in the Nature of Science and Responses to Socioscientific Dilemmas

	Wayne; Simmons, Michael.	
2004, 88, 1	Sadler, Troy D.; Zeidler, Dana L	7.3. The Morality of Socioscientific Issues: Construal and Resolution of Genetic Engineering Dilemmas
2005, 89, 1	Sadler, Troy D.; Zeidler, Dana L.	7.4. The Significance of Content Knowledge for Informal Reasoning regarding Socioscientific Issues: Applying Genetics Knowledge to Genetic Engineering Issues
2005, 89, 3	Zeidler, Dana L.; Sadler, Troy D.; Simmons, Michael L.; Howes, Elaine V.	7.5. Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education
2006, 90, 6	Sadler, Troy D.; Fowler, Samantha R.	7.6. A Threshold Model of Content Knowledge Transfer for Socioscientific Argumentation
2006, 90, 4	Kolsto, Stein Dankert; Bungum, Berit; Arnesen, Erik; Isnes, Anders; Kristensen, Terje; Mathiassen, Ketil; Mestad, Idar; Quale, Andreas; Tonning, Anne Sissel Vedvik; Ulvik, Marit	7.7. Science Students' Critical Examination of Scientific Information Related to Socioscientific Issues
2010, 94, 2	Eggert, Sabina; Bogeholz, Susanne	7.8. Students' Use of Decision-Making Strategies with Regard to Socioscientific Issues: An Application of the Rasch Partial Credit Model
2011, 95, 3	Liu, Shiang-Yao; Lin, Chuan-Shun; Tsai, Chin-Chung	7.9. College Students' Scientific Epistemological Views and Thinking Patterns in Socioscientific Decision Making
2012, 96, 2	Ralph Levinson, Phillip Kent, David Pratt, Ramesh Kapadia, Cristina Yogui	7.10. Risk-Based Decision Making in a Scientific Issue: A Study of Teachers Discussing a Dilemma Through a Microworld
2012, 96, 3	Nielsen, Jan Alexis	7.11. Science in Discussions: An Analysis of the Use of Science Content in Socioscientific Discussions

2012, 96, 5	Lee, Yeung Chung; Grace, Marcus	7.12. Students' Reasoning and Decision Making about a Socioscientific Issue: A Cross-Context Comparison
2013, 97, 4	Rudsberg, Karin; Ohman, Johan; Ostman, Leif	7.13. Analyzing Students' Learning in Classroom Discussions about Socioscientific Issues
8. Journal of Science Education and Technology		
2011, 20, 4	Hansson, Lena; Redfors, Andreas; Rosberg, Maria	8.1. Student's Socio-Scientific Reasoning in an Astrobiological Context during Work with a Digital Learning Environment
2012, 21, 3	Christenson, Nina; Chang Rundgren, Shu-Nu; Hoglund, Hans-Olof	8.2. Using the SEE-SEP Model to Analyze Upper Secondary Student's Use of Supporting Reasons in Arguing Socioscientific Issues
9. Science Education International		
2010, 21, 3	Feierabend, Timo; Eilks, Ingo	9.1. Raising Students' Perception of the Relevance of Science Teaching and Promoting Communication and Evaluation Capabilities Using Authentic and Controversial Socio-Scientific Issues in the Framework of Climate Change
2013, 24, 2	Robertshaw, Brooke e Campbell, Todd	9.2. Constructing arguments: Investigating pre-service science teachers' argumentation skills in a socio-scientific context
10. Studies in Science Education		
2009, 45, 1	Sadler, Troy D.	10.1. Situated Learning in Science Education: Socio-Scientific Issues as Contexts for Practice
11. Enseñanza de las Ciencias – REEC		
2008, 7, 3	Pedro Reis e Cecília Galvão	11.1. Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos
2008, 8, 2	Marcia Soares Forgiarini e Décio Auler	11.2. A abordagem de temas polêmicos na educação de jovens e adultos: o caso do "florestamento" no Rio Grande do Sul
2010, 9, 3	Jeane Quelle Alves Brito e Luciana Passos IUCIAA	11.3. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio

APÊNDICE C

Quadro de identificação das publicações em periódicos nacionais

Ano, vol. nº	Autores	Título
1. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências		
2012, 14, 1	Barbosa, Luis Gustavo D'Carlos; Lima, Maria Emília Caixeta de Castro e Machado, Andrea Horta	1.1. Controvérsias sobre o aquecimento global: circulação de vozes e sentidos produzidos em sala de aula
2012, 14, 1	Santos, Miriam Stassum; Amaral, Carmem Lúcia Costa e Maciel, Maria Delourdes	1.2. Tema sociocientífico “cachaça” em aulas práticas de química na educação profissional: uma abordagem CTS
2. Investigações em Ensino de Ciências		
2005, 10, 2	Reis, Pedro e Galvão Cecília	2.1. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores
2006, 11, 1	Razera, Júlio César Castilho e Nardi, Roberto	2.2. Ética no ensino de ciências: responsabilidades e compromissos com a evolução moral da criança nas discussões de assuntos controvertidos
2009, 14, 2	Santos, Wildson Luiz Pereira e Mortimer, Eduardo Fleury	2.3. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades de limitações
2009, 14, 1	Luciano Fernandes Silva e Luiz Marcelo de Carvalho	2.4. Professores de física em formação inicial: o ensino de física, a abordagem CTS e os temas controversos.
3. Ciência & Ensino		
2007, 1, número especial	Ramos, Mariana Brasil e Silva, Henrique César	3.1. Para pensar as controvérsias científicas em aulas de ciências

2007, número especial	1, Vieira, Kátia Regina Cunha Flôr e Bazzo, Walter Antônio	3.2. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula
2007, número especial	1, Navas, Ana Maria; Contier, Djana e Marandino, Martha	3.3. Controvérsia científica, comunicação pública da ciência e museus no bojo do movimento CTS
2007, número especial	1, Silva, Luciano Fernandes e Carvalho, Luiz Marcelo de	3.4. A temática ambiental e o processo educativo: o ensino de física a partir de temas controversos.
2007, 1, 2	Zuin, Vânia Gomes; Freitas, Denise de	3.5. A utilização de temas controversos: um estudo de caso na formação de licenciandos numa abordagem CTSA.
4. Ciência e Educação		
2010, 16, 2	Guimarães, Márcio Andrei; Carvalho, Washington Luiz Pacheco de e Oliveira, Mônica Santos	4.1. Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano
2011, 17, 3	Reis, Pedro; Galvão Cecília e Freire, Sofia	4.2. A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores
2012, 18, 4	Mundim, Juliana Viégas e Santos, Wildson Luiz Pereira	4.3. O ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar
2013, 19, 2	Silva, Paulo Fraga e Krasilchik, Myrian	4.4. Bioética e ensino de ciências: o tratamento de temas controversos – dificuldades apresentadas por futuros professores de ciências e biologia
5. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia		
2008, 1, 1	Levinson, Ralph	5.1. A Theory of Curricular Approaches to the Teaching of Socio-Scientific Issues
6. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências		
2013, 13, 3	Cosenza, Angélica e Martins, Isabel	6.1. Controvérsias Socioambientais no Contexto da construção de sentidos sobre relações entre energia e ambiente na escola

APÊNDICE D

Síntese da análise categorial dos artigos de periódicos internacionais

Ano, vol. nº	Autores, país	Título	CATEGORIAS			
1. Research in Science Education			Objetivos	Metodologia	Referencial Teórico predominante	Natureza do Trabalho
1998, 28, 1	Renée-Marie Fountain Estados Unidos da América	1.1. Sociologics: an Analytical Tool for Examining Socioscientific Discourse	Apresentar as limitações e potencialidades de uma ferramenta de mapeamento chamada “Framework of Sociologics” tanto para pesquisa quanto para a prática pedagógica nas discussões e análises de QSC. Trata-se de um quadro de perguntas inter-relacionadas. Utiliza-se essa ferramenta para analisar o discurso de estudantes quando reforçam sua posição frente a uma controvérsia.	Entrevistas com estudantes do secundário.	Latour (1987) no que compete à base teórica para a reestruturação da ferramenta analítica.	Empírico
2004, 34, 2	Pedro Reis; Cecília Galvão Portugal	1.2. The Impact of Socio- Scientific Controversies in Portuguese Natural Science Teachers' Conceptions and Practices	Analisar concepções sobre a natureza, ensino e aprendizagem de ciências; analisar como a discussão das controvérsias científico-tecnológicas influenciam essas concepções e as práticas de sala de aula.	Pesquisa qualitativa. Estudo de Caso com cinco professores de Biologia e Geologia. Entrevistas, observações e gravações das aulas e, questionários.	Sobre natureza da ciência e QSC.	Empírico

2007, 37, 4	Troy D. Sadler; Sasha A. Barab; Brianna Scott Estados Unidos da América	1.3.What do Students Gain by Engaging in Socioscientific Inquiry?	Análise do raciocínio de 24 estudantes do ensino médio sobre uma QSC	Estudo de Caso. Análise das negociações de estudantes sobre uma QSC acerca da poluição e qualidade da água. Entrevistas.	Sobre QSC e a relação de seu estudo com a cidadania.	Empírico
2008, 38, 5	Carolina Castano Colômbia	1.4. Socio-Scientific Discussions as a Way to Improve the Comprehension of Science and the Understanding of the Interrelation between Species and the Environment	Analisar qual o impacto de um ambiente pedagógico construtivista em aulas de Ciências na construção de conceitos científicos e na compreensão da relação homem-meio ambiente.	Transcrição e análise das discussões sobre conceitos científicos e controversas sociocientíficas.	Sobre construtivismo	Empírico
2008, 38, 1	Virginie Albe França	1.5. When Scientific Knowledge, Daily Life Experience, Epistemological and Social Considerations Intersect: Students' Argumentation in Group Discussions on a Socio-Scientific Issue	Analisar as argumentações de estudantes de 12 secundário sobre a utilização de celulares	Estudo de caso. O grupo de estudantes foi convidado a apresentar o seu caso dando argumentos. Role play. Professor apenas como mediador	Sobre análise de discurso argumentativo	Empírico
2010, 40, 2	Dawson, Vaille Maree; Venville, Grady Austrália	1.6. Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills about Socioscientific Issues in High School Genetics	Analisar a capacidade de argumentação de estudantes em aulas de genética sobre duas QSC.	Observação, gravação, transcrição das aulas de genética e entrevistas com estudantes	Sobre argumentação e QSC.	Empírico
2011, 41, 5	Wu, Ying-Tien; Tsai, Chin- Chung	1.7. The effects of Different On-Line Searching Activities on High School Students' Cognitive Structures and	Investigar os efeitos de diferentes atividades de pesquisa no raciocínio informal de 68 estudantes do ensino médio.	Utilização de uma ferramenta analítica chamada ANCOVA na análise do raciocínio informal sobre o uso de energia nuclear.	Sobre QSC	Empírico

	China	Informal Reasoning Regarding a Socio-Scientific Issue				
2012, 42, 1	Bencze, Larry; Sperling, Erin; Carter, Lyn Canadá e Austrália	1.8. Students' Research-Informed Socio-Scientific Activism: Re/Visions for a Sustainable Future	Analisar a natureza e a extensão do ativismo alunos em questões sócio-científicas; Identificar quais fatores podem influenciar esse ativismo.	Pesquisa-ação. Estudos de Caso. Análise das ações pedagógicas de professores; análise dos trabalhos realizados por alunos;	Sobre QSC	Empírico
2012, 42, 6	Ottander, Christina; Ekborg, Margareta Suécia	1.9. Student's Experience of Working with Socioscientific Issues – A quantitative Study in Secondary School	Investigar as experiências dos alunos do ensino secundário (cerca de 1500) no desenvolvimento de trabalhos com as questões sociocientíficas.	Foram trabalhos seis casos sociocientíficos. Questionários para estudantes e professores. Este trabalho faz parte de um projeto maior.	Sobre QSC	Empírico
2012, 42, 1	Russell Tytler Austrália	1.10. Socios-Scientific Issues, Sustainability and Science Education	artigo de apresentação do volume 42, n.1 de 2012	---	---	
2012, 42, 1	Jean Simonneaux; Laurence Simonneaux França	1.11. Educational Configurations for Teaching Environmental Socioscientific Issues within the Perspective of Sustainability	Analisar propostas curriculares e práticas de ensino.	Aplicação de questionários. Questões socialmente críticas – sustentabilidade. Discutiram a relação entre Postura epistemológica, concepções de conhecimento e estratégias didáticas.	Sobre QSC	Empírico
2012, 42, 1	Michelle L. Klosterman; Troy D. Sadler; Julie Brown Estados Unidos da América	1.12. Science Teachers' Use of Mass Media to Address Socio-Scientific and Sustainability Issues	Investigar a capacidade dos professores de ciências para explorar questões sócio-científicas – sustentabilidade.	Pesquisa Naturalista. O objetivo desse tipo de pesquisa é descobrir a natureza de um fenômeno como ocorre naturalmente no tempo e no espaço, e, como resultado, é participante e dependente do contexto.	Sobre QSC	Empírico

2012, 42, 1	Louisa Tomas; Stephen M. Ritchie Austrália	1.13. Positive Emotional Responses to Hybridised Writing about a Socio-Scientific Issue	Analisar as narrativas de 12 alunos sobre a questão sócio-científica de biossegurança.	Análise de narrativas e entrevistas com alunos	Sobre QSC e teoria da aprendizagem	Empírico
2012, 42, 1	Robottom, Ian Austrália	1.14. Socio-scientific Issues in Education: Innovative Practices and Contending Epistemologies	Demonstrar que é necessário utilizar elementos filosóficos relacionados aos científicos para a exploração de questões sócio-científicas dentro ou a Educação Ambiental e Educação para a sustentabilidade. Apresentar implicações para o desenvolvimento profissional de investigações neste âmbito.	O artigo apresenta considerações sobre projetos curriculares baseados em investigações de questões sócio-científicas, e estes permitiram a identificação das características dos programas educacionais que utilizam tais questões.	Elementos filosóficos relacionados ao científicos	Teórico
2013, 43, 3	Eastwood, Jennifer L.; Sadler, Troy D.; Sherwood, Robert D.; Schlegel, Whitney M. Estados Unidos da América	1.15. Students' Participation in an Interdisciplinary, Socioscientific Issues Based Undergraduate Human Biology Major and Their Understanding of Scientific Inquiry	Analisar se as questões sociocientíficas trabalhadas em ambientes de aprendizagem afetam a compreensão epistemológica de estudantes universitários.	Aplicação de questionário e entrevistas para levantar as concepções de investigação científica a partir de oito QSC.	Natureza da Ciência e QSC	Empírico.
2013, 43, 6	Ahmet Kılınç, Tezcan Kartal, Barış Eroğlu, Ümit Demiral, Özlem Afacan, Dilber Polat, Mutlu P. Demirci Guler, Özkan Görgülü Turquia	1.16. Preservice Science Teachers' Efficacy Regarding a Socioscientific Issue: a Belief System Approach	Compreender a natureza do ensino de professores de ciências a partir das suas concepções sobre uma questão sociocientífica – relacionada a alimentos geneticamente modificados.	Entrevistas com oito professores universitários.	Sobre QSC.	Empírico

2013, 43, 2	Margareta Ekborg; Christina Ottander; Eva Silfver; Shirley Simon Inglaterra	1.17. Teachers' Experience of Working with Socio-Scientific Issues: A Large Scale and in Depth Study	Analisar as práticas pedagógicas de professores que trabalharam com uma QSC	Entrevistas e questionários para os professores	Sobre QSC.	Empírico
2013, 43, 2	Florian Bottcher; Anke Meisert. Alemanha	1.18. Effects of Direct and Indirect Instruction on Fostering Decision-Making Competence in Socioscientific Issues	Análise de duas estratégias metodológicas para tomada de decisão sobre uma QSC relacionada a genética	Análise das discussões realizadas pelos dois grupos	Sobre QSC e argumentação.	Empírico
2013, 43, 1	Kathryn J Saunders; Leónie J Rennie Nova Zelândia e Austrália	1.19. A Pedagogical Model for Ethical Inquiry into Socioscientific Issues in Science	Apresentar estratégias pedagógicas e formas facilitadas para trabalhar o pensamento ético, diante da sociedade pluralista, essas estruturas tradicionais precisam ser estendidas para reconhecer outras visões de mundo e identidades. Inclui perspectivas culturais, étnicas, religiosas e de gênero, podem ser exploradas.	Na fase 1, elaborou-se um modelo pedagógico; Na fase dois, desenvolveu-se uma oficina com quatro professores para que eles pudessem avaliar a proposta e em seguida aplicá-la. Na fase três os professores apresentaram os resultados referentes a aplicação da proposta. Para o artigo, utilizou-se a análise das discussões apresentadas durante as oficinas.	Sobre QSC.	Empírico
2. Cultural Studies of Science Education			Objetivos	Metodologia	Referencial Teórico predominante	Natureza do Trabalho

2009, 4, 3	Laurence Simonneaux; Jean Simonneaux França	2.1. Socio-scientific reasoning influenced by identities	Trata-se de uma justificativa de suas pesquisas em relação as pesquisas de Sadler et. al	---	Sobre representações sociais	Teórico
2009, 4, 3	Laurence Simonneaux; Jean Simonneaux França	2.2. Students' Socio-Scientific Reasoning on Controversies from the Viewpoint of Education for Sustainable Development	Análise do raciocínio dos alunos.	Comparação do raciocínio dos alunos em duas QSC (local e global) na perspectiva da sustentabilidade	Sobre QSC e representação social.	Empírico
2009, 4, 3	Troy D. Sadler Estados Unidos da América	2.3. Socioscientific Issues in Science Education: Labels, Reasoning, and Transfer	Fornecer uma análise crítica da revisão de algumas questões levantadas por Simonneaux sobre o raciocínio de estudantes sobre QSC.	---	Sobre QSC	Teórico
2012, 7, 2	Malin Ideland; Claes Malmberg. Suécia	2.4. Body Talk: Students' Identity Construction while Discussing a Socioscientific Issue	Análise das discussões de estudantes sobre uma QSC apresentada por uma emissora de tv “você é o que você come”.	Foi realizada uma comparação entre duas escolas, sendo uma delas suburbana. Buscou-se identificar aspectos étnicos-sociais	Sobre QSC e Educação Científica.	Empírico
2012, 7, 3	Ralph Levinson Inglaterra	2.5. A Perspective on Knowing about Global Warming and a Critical Comment about Schools and Curriculum in Relation to Socio-Scientific Issues	Trata-se de uma resposta à Virginia Alva e Maria José Gombert (2011) sobre questões sócio-científicas em escolas neoliberais.	---	Sobre Educação Científica e participação.	Teórico

3. Science & Education			Objetivos	Metodologia	Referencial Teórico predominante	Natureza do Trabalho
2008, 17, 9	Cory T. Forbes; Elizabeth A. Davis. Estados Unidos da América	3.1. Exploring Preservice Elementary Teachers' Critique and Adaptation of Science Curriculum Materials in Respect to Socioscientific Issues	Identificar como futuros professores interagem com os materiais curriculares voltados para as discussões de QSC.	Quatro professores foram analisados durante um semestre. Entrevistas; Análise dos planos de aula;	Sobre QSC	Empírico
2008, 17, 9	Virginie Albe França	3.2. Students' Positions and Considerations of Scientific Evidence about a Controversial Socioscientific Issue	Investigado as opiniões de estudantes sobre os efeitos de uma QSC – utilização de aparelhos celulares.	Avaliou-se uma atividade de sala de aula que se baseou em discussões contemporâneas sobre os efeitos na saúde em função da utilização do telefone celular. Aplicação de questionário: Pré-teste (identificar as pré-concepções) e pós-teste.	Sobre QSC.	Empírico
2008, 17, 9	Ralph Levinson Inglaterra	3.3. Promoting the Role of the Personal Narrative in Teaching Controversial Socio-Scientific Issues	Apresentar as contribuições das narrativas pessoais para identificar elementos que possam contribuir para a abordagem das QSC.	---	Sobre narrativas e QSC.	Teórico
2013, 22, 5	Catherine Barrue; Virginie Albe França	3.4. Citizenship Education and Socioscientific Issues: Implicit Concept of Citizenship in the Curriculum, Views of French Middle School Teachers	Analisar os documentos oficiais e a visão dos professores sobre cidadania e a contribuição da educação para a cidadania.	Análise de documentos oficiais; Aplicação de questionários aos professores voluntários de várias áreas, de 15 escolas do ensino médio. Análise de discurso.	Sobre participação, cidadania e QSC.	Empírico
4. International Journal of Science Education			Objetivos	Metodologia	Referencial Teórico predominante	Natureza do Trabalho

1997, 19, 2	Ratcliffe, Mary Reino Unido	4.1. Pupil decision-making about sócio-scientific issues within the Science curriculum	Analisar as habilidades, conhecimentos e valores utilizados por alunos de 15 anos de idade, em uma escola no Reino Unido, em tomada de decisões sobre questões sociais relacionadas com a ciência.	Gravação das discussões dos grupos; entrevistas e escritas dos estudantes.	Sobre tomada de decisão acerca das QSC.	Empírico
1999, 21, 7	Patronis, Tasos; Potari, Despina; Spiliotopoulou, Vassilik Grécia	4.2. Students' Argumentation in Decision-Making on a Socio-scientific issue: implications for teaching	Analisar a natureza dos argumentos dos alunos sobre um estudo de caso (construção de uma estrada).	Observação participante. A pesquisa foi desenvolvida em etapas: introdução do problema pelo professor; os alunos realizaram a análise desse problema e apresentavam propostas. Essas discussões foram gravadas, transcritas e analisadas. A análise foi baseada em sugestões dos alunos em entrevistas, em seus diálogos, defendendo as suas propostas, e na tomada de decisão.	Sobre argumentação (Toulmin) e tomada de decisão de QSC.	Empírico
2001, 23, 9	Kolsto, Stein Dankert Noruega	4.3. To Trust or not to Trust Pupils' ways of judging Information Encountered in a socio-scientific issues	Analisar os argumentos e opiniões de estudantes sobre as linhas de transmissão de energia e o aumento do risco para leucemia infantil.	Vinte e dois estudantes de 16 anos foram entrevistados individualmente.	Tomada de decisão acerca de QSC.	Empírico
2004, 26, 4	Chris Oulton; Justin Dillon; Marcus M. Grace Inglaterra	4.4. Reconceptualizing the teaching of controversial issues	Este artigo analisa a falta de confiança do público na ciência em parte é devido às questões controversas.	---	Epistemologia, ensino de ciências.	Teórico
2004, 26, 13	Pedro Reis; Cecília Galvão. Portugal	4.5. Socio-Scientific Controversies and Students' Conceptions about Scientists	Análise das concepções de alunos do ensino secundário sobre controvérsias sociocientíficas.	Questionários, entrevistas	Sobre epistemologia, controvérsias.	Empírico

2004, 26, 4	Troy D. Sadler; William F. Chambers; Dana L. Zeidler. Estados Unidos da América	4.6. Student Conceptualizations of the Nature of Science in Response to a Socioscientific Issue.	Investiga conceitos de estudantes do ensino médio sobre a natureza da ciência e como o interpretam e avaliam evidências conflitantes no que diz respeito a questões sociocientíficas.	Questionários, entrevistas	Educação em Ciências, natureza da ciência.	Empírico
2006, 28, 11	Jenny Lewis; John Leach Reino Unido	4.7. Discussion of Socioscientific Issues: The role of science knowledge	Investigar as discussões de estudantes sobre as conseqüências da tecnologia genética. Analisa a relação entre o conhecimento da ciência e a capacidade de participar em debate sobre implicações sociais da ciência.	Análise dos debates.	Tomada de decisão, QSC.	Empírico
2006, 28, 12	Troy D. Sadler; Lisa A. Donnelly. Estados Unidos da América	4.8. Socioscientific Argumentation: The Effects of Content Knowledge and Morality	Investiga como conhecimento do conteúdo e da moral podem contribuir para a qualidade da argumentação em discussões de QSC.	Foi empregado o uso de múltiplos métodos com 56 estudantes que completaram os testes de conhecimento do conteúdo e do raciocínio moral, bem como entrevistas e QSC.	Argumentação e QSC.	Empírico
2006, 28, 14	Stein Dankert Kolsto Noruega	4.9. Patterns in Students' Argumentation Confronted with a Risk-Focused Socio-Scientific Issue	Análise do raciocínio informal de alunos sobre uma QSC.	Entrevistas e análise das argumentações	Argumentação e QSC.	Empírico
2006, 28, 10	Ralph Levinson Inglaterra	4.10. Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socio-Scientific Issues	Produz uma base conceitual para um modelo sobre o ensino da controversa sócio-científica	---	Sobre controvérsias, valores.	Teórico

2007, 29, 9	Ying-Tien Wu; Chin-Chung Tsai. China	4.11. High School Students' Informal Reasoning on a Socio-Scientific Issue: Qualitative and Quantitative Analyses	Análise do raciocínio informal sobre o uso de energia nuclear.	Analisou as argumentações e contra-argumentações de alunos do ensino médio de duas classes.	Sobre Raciocínio Informal e QSC.	Empírico
2007, 29, 11	Kimberly A. Walker; Dana L. Zeidler. Estados Unidos da América	4.12. Promoting Discourse about Socioscientific Issues through Scaffolded Inquiry	Analisar o debate de alunos sobre QSC – alimentos geneticamente modificados.	Estudo de Caso. Observação. Questionário on line. Entrevistas.	Sobre QSC.	Empírico
2008, 30, 13	Shu-Nu Chang; Mei-Hung Chiu. China	4.13. Lakatos' Scientific Research Programmes as a Framework for Analysing Informal Argumentation about Socio-Scientific Issues	Analisar a potencialidade dos programas de pesquisa científica de Lakatos como um quadro teórico para avaliar a argumentação informal sobre uma QSC.	Foram criados três cenários diferentes em um site criado onde os alunos foram orientados a participar (de acordo com seu papel social) – role play. Elaboraram relatórios que foram analisados com base no Programa de Lakatos.	QSC, argumentação.	Empírico
2008, 30, 13	Anniken Furberg; Sten Ludvigsen. Noruega	4.14. Students' Meaning-Making of Socio-Scientific Issues in Computer Mediated Settings: Exploring Learning through Interaction Trajectories	Análise da tomada de decisão de alunos sobre uma QSC – genética.	Analisou um grupo de oito estudantes. Gravações em vídeo das interações discursivas.	Sobre QSC.	Empírico
2009, 31, 6	Omer Acar; Lutfullah Turkmen; Anita Roychoudhury. Estados Unidos da América	4.15. Student Difficulties in Socio-scientific Argumentation and Decision-making Research Findings: Crossing the borders of two research lines	Os autores propõem a introdução de valores na tomada de decisão das QSC, favorecendo os alunos na avaliação dos pontos de vista sobre. Também deve-se instruir os alunos a argumentar.	---	Sobre QSC.	Teórico

2009, 31, 7	Hyunju Lee; Klaus G. Witz. Estados Unidos da América	4.16. Science Teachers' Inspiration for Teaching Socio-Scientific Issues: Disconnection with Reform Efforts	Analisar o desenvolvimentos de atividades pedagógicas voltadas para a abordagem das QSC para identificar elementos que possam contribuir com a formação/capacitação de professores e inclusão das QSC no currículo.	Estudos de caso detalhados de quatro desses professores que desenvolveram o suas aulas abordando QSC com base em seus próprios valores, ideais, filosofias e preocupações pessoais.	Sobre QSC, formação de professores, currículo.	Empírico
2009, 31, 2	Samantha R. Fowler; Dana L. Zeidler; Troy D. Sadler. Estados Unidos da América	4.17. Moral Sensitivity in the Context of Socioscientific Issues in High School Science Students	Investigar como ensinar um currículo com base em QSC durante um ano, afeta os resultados da aprendizagem de ciências.	Utilização de pré e pós-teste para identificar a sensibilidade moral dos alunos. As aulas foram comparadas entre “tradicionais” e QSC. Buscou-se analisar a natureza da ciência, argumentação e o discurso.	Sobre QSC.	Empírico
2010, 32, 8	Michelle L. Klosterman; Troy D Sadler. Estados Unidos da América	4.18. Multi-Level Assessment of Scientific Content Knowledge Gains Associated with Socioscientific Issues-Based Instruction	Este estudo explorou o impacto da utilização de uma QSC baseada no desenvolvimento do conhecimento do conteúdo científico.	Utilização de pré e pós-teste com 108 alunos de duas escolas; e avaliação multi-nível, medidos antes e depois da aplicação de uma atividade com QSC durante três semanas.	Sobre QSC.	Empírico
2010, 32, 18	Mustafa Sami Topcu; Troy D. Sadler; Ozgul Yilmaz-Tuzun. Turquia	4.19. Preservice Science Teachers' Informal Reasoning about Socioscientific Issues: The Influence of Issue Context	Identificar o raciocínio informal de professores sobre QSC.	Entrevistas com 39 professores para identificar a argumentação sobre múltiplos cenários de QSC.	Argumentação e QSC.	Empírico
2010, 33, 3	Ying-Tien Wu; Chin-Chung Tsai. Taiwan	4.20. High School Students' Informal Reasoning Regarding a Socio-Scientific Issue, with Relation to Scientific Epistemological Beliefs and Cognitive Structures	Investigar a relação entre estruturas cognitivas e raciocínio informal de 68 alunos do ensino médio em discussões de QSC – energia nuclear	“Método de mapeamento de fluxo” para análise do raciocínio informal. Questionário – Likert.	Sobre QSC, raciocínio informal.	Empírico

2011, 33, 8	Grant Gardner; Gail Jones. Estados Unidos da América	4.21. Perceptions and Practices: Biology Graduate Teaching Assistants' Framing of a Controversial Socioscientific Issue	Analisar seis “assistentes de ensino” que eram instrutores primários em um curso introdutório laboratório de biologia, nas discussões sobre saúde e impactos ambientais das culturas geneticamente modificadas – biotecnologia.	Observação em sala de aula e entrevista.	Sobre QSC.	Empírico
2011, 33, 12	Stephen P. Day; Tom G. K. Bryce. Reino Unido	4.22. Does the Discussion of Socio-Scientific Issues require a Paradigm Shift in Science Teachers' Thinking?	Investigar a concepção de 18 professores sobre as QSC enquanto estratégia de ensino.	Entrevistas;	Sobre QSC e raciocínio informal.	Empírico
2011, 33, 13	Malin Ideland, Claes Malmberg e Mikael Winberg Suécia	4.23. Culturally Equipped for Socio-Scientific Issues? A comparative study on how teachers and students in mono- and multiethnic schools handle work with complex issues	Analisar o que acontece quando QSS são implementadas em aulas de ciências com vários graus de diversidade étnica e status sócio-econômico. E também identificar como os professores estruturam os discursos durante a discussão das QSC.	Pesquisa etnográfica. Questionários: utilização de pré-teste e pós-teste com os alunos; Entrevistas com os professores	Sobre QSC.	Empírico
2012	Hyunju Lee; Jungsook Yoo; Kyunghee Choi; Sung-Won Kim; Joseph Krajcik; Benjamin C. Herman; Dana L. Zeidler. Estados Unidos da América	4.24. Socioscientific Issues as a Vehicle for Promoting Character and Values for Global Citizens	Frente às características humanistas que compõem as discussões de QSC, e que as mesmas possuem o caráter de cultivar valores como cidadãos globais, o principal objetivo foi observar como e em que ponto as discussões sobre QSC podem contribuir para isso. QSS – organismos geneticamente modificados.	Questionários e entrevistas semi-estruturadas aos alunos e professor.	Sobre QSC.	Empírico

2012	Chan-Choong Foong; Esther G.S. Daniel. Malásia	4.25. Students' Argumentation Skills across Two Socio-Scientific Issues in a Confucian Classroom: Is transfer possible?	Este estudo de caso explorou a transferência de habilidades de argumentação através de duas QSC – desmatamento (árvores, construção de casas, fazendas e fábricas).	Toulmin – seis tipos de padrões de argumento.	QSC e argumentação.	Empírico
2012, 34, 12	Muammer Calik; Richard Kevin Coll. Nova Zelândia	4.26. Investigating Socioscientific Issues via Scientific Habits of Mind: Development and Validation of the Scientific Habits of Mind Survey	Desenvolver uma pesquisa válida e confiável para entender Scientific Habits of Mind Survey (SHOMS) dos alunos. Em outras palavras, estabelecer a credibilidade dos SHOMS como ferramenta de pesquisa.	Entrevista com três professores; Utilização do SPSS 13.0TM (alfa de Cronbach, estatística descritiva), e análise fatorial confirmatória.	Sobre QSC.	Empírico
2012, 34, 1	Kelly A. Schalk Estados Unidos da América	4.27. A Socioscientific Curriculum Facilitating the Development of Distal and Proximal NOS Conceptualizations	Analisar a compreensão de estudantes de graduação na disciplina de microbiologia sobre a natureza da ciência com base em questões relacionadas a problemas sociais.	Os dados foram construídos por meio de vários instrumentos avaliativos (revistas, projetos individuais e coletivos, testes de laboratório, avaliação). Utilização do NVivo7 para categorização.	Sobre QSC e Natureza da ciência	Empírico
2012, 34, 5	Jan Alexis Nielsen Dinamarca	4.28. Arguing from Nature: The Role of "Nature" in Students' Argumentations on a Socio-Scientific Issue	Análise das argumentações de estudantes do secundários (disciplina de Biologia) sobre QSC – terapia gênica – e a articulação com o conteúdo científico.	Questionário on line; gravação e transcrição das discussões; análise das argumentações.	Sobre QSC e argumentação.	Empírico
2012, 34, 3	Yeung Chung Lee China	4.29. Socio-Scientific Issues in Health Contexts: Treading a Rugged Terrain	Análise como vários aspectos do raciocínio sobre QSC se relacionam com a tomada de decisão em contextos de saúde através de estudos de caso de questões recentes neste domínio. Busca-se elaborar	Se baseou na análise de provas documentais, incluindo registros históricos, relatórios, declarações políticas de governos e organizações não-governamentais, livros, Internet fontes, jornais, revistas de notícias e jornais para	Sobre QSC.	Teórico

			um quadro para tratar de questões mais profundas que fundamentam a tomada de decisões sobre questões de saúde.	identificar problemas decorrentes de casos em estudo.		
2012, 34, 15	Jennifer Lynne Eastwood; Troy D. Sadler; Dana L. Zeidler; Anna Lewis; Leila Amiri; Scott Applebaum. Estados Unidos da América	4.30. Contextualizing Nature of Science Instruction in Socioscientific Issues	Investigar os efeitos de dois contextos de aprendizagem para analisar as concepções de estudantes sobre a natureza da ciência por meio das QSC.	Uma sala – sequência didática organizada em torno de uma QSC. A outra sala com sequência didática baseada no conteúdo científico. Aplicou-se um questionário sobre natureza da ciência para os dois grupos.	QSC e natureza da ciência.	Empírico
2012, 34, 6	Hyunju Lee; Hyunsook Chang; Kyunghye Choi; Sung-Won Kim; Dana L Zeidler. Coréia do Sul	4.31. Developing Character and Values for Global Citizens: Analysis of Pre-Service Science Teachers' Moral Reasoning on Socioscientific Issues	Investigar os valores apresentados pelos professores de ciências sobre QSC – células tronco embrionárias; usinas de energia nuclear; mudanças climáticas, energias renováveis;	Questionário sobre as QSC. Gravação e análise das discussões do grupo.	Sobre QSC.	Empírico
5. Journal of Research in Science Teaching			Objetivos	Metodologia	Referencial Teórico predominante	Natureza do Trabalho
1996, 33, 3	Cross, Roger; Prince, Ronald. Escócia e Estados Unidos da América	5.1. Science Teachers' Social Conscience and the Role of Controversial Issues in the Teaching of Science	Analisar as percepções dos professores no que diz respeito ao ensino de temas polêmicos.	Entrevistas com professores escoceses e norte americanos.	Sobre abordagem de QSC.	Empírico

2004, 41, 5	Troy D. Sadler Estados Unidos da América	5.2. Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of Research	Este artigo apresenta uma revisão crítica da investigação relacionada com o raciocínio informal sobre QSC.	---	Sobre QSC e raciocínio informal.	Teórico
2005, 42, 1	Troy D. Sadler; Dana L. Zeidler. Estados Unidos da América	5.3. Patterns of Informal Reasoning in the Context of Socioscientific Decision Making	Contribuir para uma base de conhecimento teórico através da pesquisa de fatores importantes para a reforma e prática da educação científica no contexto das QSC – engenharia genética.	Trinta estudantes universitários participaram individualmente em duas entrevistas semi-estruturadas destinadas a explorar seu raciocínio informal em resposta a seis cenários de engenharia genética.	QSC e raciocínio informal.	Empírico
2006, 43, 4	Troy D. Sadler; Aidin Amirshokoohi; Mahsa Kazempour; Kathleen M. Allspaw. Estados Unidos da América	5.4. Socioscience and Ethics in Science Classrooms: Teacher Perspectives and Strategies	Análise das perspectivas de professores sobre o uso de QSC e de lidar com a ética no contexto da instrução da ciência.	Professores de três estados norte-americanos participaram de entrevistas semi-estruturadas, e pesquisadores empregaram uma análise para explorar padrões emergentes em relação às duas perguntas relacionadas a QSC e ética.	Sobre QSC.	Empírico
2008, 45, 8	Susan Yoon Estados Unidos da América	5.5. Using Memes and Memetic Processes to Explain Social and Conceptual Influences on Student Understanding about Complex Socio-Scientific Issues	Investigar as decisões de alunos da sétima série sobre os conceitos de engenharia genética e aplicações.	Estudo de caso com 18 alunos. Debate; Aplicação de questionário; Entrevista com professores; observação. Utilização de uma ferramenta tecnológica – “TAG”	Sobre QSC.	Empírico
2009, 46, 1	Dana L. Zeidler; Troy D. Sadler; Scott Applebaum;	5.6. Advancing Reflective Judgment through Socioscientific Issues	Investigar as possíveis relações entre QSC instrução e desenvolvimento de juízo reflexivo dos alunos.	Análise das evidências que os alunos utilizam para fundamentar suas argumentações.	Sobre QSC.	Empírico

	Brendan E. Callahan. Estados Unidos da América					
2009, 46, 8	Troy D. Sadler; Dana L. Zeidler. Estados Unidos da América	5.7. Scientific Literacy, PISA, and Socioscientific Discourse: Assessment for Progressive Aims of Science Education	Analisar o Programa de Avaliação Internacional de Estudantes (PISA) no que se refere as QSC.	Utilização de Referencial Teórico da área para analisar a relação dos objetivos do PISA e das QSC.	Sobre QSC.	Teórico
2010, 47, 4	Sarah Elizabeth Barrett; Nieswandt Martina. Canadá	5.8. Teaching about Ethics through Socioscientific Issues in Physics and Chemistry: Teacher Candidates' Beliefs	Identificar e explicar as origens da física e da química por meio de crenças de futuros professores sobre o ensino, ética através utilizando as QSC.	Utilizou uma série de entrevistas durante 9 meses em uma universidade do Canadá.	Sobre QSC.	Empírico
2011, 48, 8	Louisa Tomas; Stephen M. Ritchie; Megan Tones. Austrália	5.9. Attitudinal Impact of Hybridized Writing about a Socioscientific Issue	Análise das aprendizagens de estudantes por meio de QSC – biossegurança.	Questionário tipo Likert; Redação científica on line; Análise estatística; Entrevistas	Sob QSC, valores, moral, ética.	Empírico
2012, 49, 5	Shari Levine Rose; Angela Calabrese Barton. Estados Unidos da América	5.10. Should Great Lakes City Build a New Power Plant? How Youth Navigate Socioscientific Issues	Analisar a interação complexa entre a maturidade e o sentido dado às discussões sobre QSC - energia	Estudo de caso. Durante 13 semanas analisou-se como dois jovens de ensino médio, tomaram posicionamentos em um programa pós-escola focada em tecnologias verdes de energia.	Sobre QSC, ecologia e sociedade.	Empírico
2013, 50, 2	Maria Evagorou;	5.11. Exploring Young Students' Collaborative	Identificar como estudantes constroem argumentos quando se trabalha em pares, e,	Estudo de Caso; Filmagem, transcrição e análise das argumentações.	Sobre QSC e argumentação (Toulmin).	Empírico

	Jonathan Osborne. Reino Unido	Argumentation within a Socioscientific Issue	identificar características que podem levar os alunos a fornecer argumentos melhor escritos nas aulas de ciências.			
2013, 50, 3	Dana L. Zeidler; Benjamin C. Herman; Mitch Ruzek; Anne Linder; Shu-Sheng Lin. Jamaica, África do Sul, Suécia, Taiwan e Estados Unidos	5.12. Cross-Cultural Epistemological Orientations to Socioscientific Issues	Analisar, a partir de uma perspectiva intercultural, padrões epistemológicos de raciocínio sobre QSC, e identificar o potencial das interações de identidade cultural e científica.	Três instrumentos de coleta de dados: dois questionários de perguntas abertas e um questionário tipo Likert aplicados a alunos de diferentes países do ensino médio (segundo e terceiros anos).	Sobre QSC.	Empírico
6. Research in Science & Technological Education			Objetivos	Metodologia	Referencial Teórico predominante	Natureza do Trabalho
2010, 28, 3	Ros Roberts; Richard Gott. Reino Unido	6.1. Questioning the Evidence for a Claim in a Socio-Scientific Issue: An Aspect of Scientific Literacy	Analisar as argumentações de estudantes sobre QSC – fábrica de cimentos.	Aplicação de pré-teste e pós-teste sobre QSC aos estudantes.	Sobre QSC e argumentação (Toulmin)	Empírico
7. Science Education			Objetivos	Metodologia	Referencial Teórico predominante	Natureza do Trabalho
2001, 85, 3	Kolsto, Stein Noruega	7.1. Scientific Literacy for Citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues.	Apresentar um quadro geral para examinar a dimensão científica de questões sociocientíficas controversas.	---	Sobre QSC.	Teórico

2002, 86, 3	Zeidler, Dana; Walter, K.; Ackett Wayne; Simmons, Michael. Estados Unidos da América	7.2. Tangled Up in Views: Beliefs in the Nature of Science and Responses to Socioscientific Dilemmas	Investigar as relações entre as concepções dos alunos (ensino secundário e superior) sobre a natureza da ciência e suas crenças sobre questões sociocientíficas.	Fase 1: Aplicação de questionários sobre a natureza da ciência; Fase 2: análise de uma QSC; Fase 3: entrevistas com duplas de estudantes;	Natureza da Ciência e QSC.	Empírico
2004, 88, 1	Troy D. Sadler; Dana L. Zeidler. Estados Unidos da América	7.3. The Morality of Socioscientific Issues: Construal and Resolution of Genetic Engineering Dilemmas	Identificar como estudantes universitários interpretam questões de engenharia genética como problemas morais.	Entrevistas envolvendo uma série de cenários que envolviam engenharia genética e clonagem.	Sobre QSC e moral.	Empírico
2005, 89, 1	Troy D. Sadler; Dana L. Zeidler. Estados Unidos da América	7.4. The Significance of Content Knowledge for Informal Reasoning regarding Socioscientific Issues: Applying Genetics Knowledge to Genetic Engineering Issues	Identificar o raciocínio informal sobre QSC – engenharia genética. Procurou explorar como o conhecimento do conteúdo influenciado a negociação e resolução de cenários de controversas complexas com base na engenharia genética.	Entrevistas individuais com alunos da graduação em ciências naturais e não naturais.	Sobre QSC e raciocínio informal.	Empírico
2005, 89, 3	Dana L. Zeidler; Troy D. Sadler; Michael L. Simmons; Elaine V. Howes. Estados Unidos da América	7.5. Beyond STS: A Research- Based Framework for Socioscientific Issues Education.	Descrever uma base de pesquisa para investigação e prática atual que identifica os fatores associados ao raciocínio sobre QSC e fornecer um modelo de trabalho que ilustra teoricamente os conceitos- chave entre psicológico, sociológico e fatores de	---	Sobre CTS, QSC.	Teórico

			desenvolvimento centrais a QSC e educação científica.			
2006, 90, 6	Troy D. Sadler; Samantha R. Fowler. Estados Unidos da América	7.6. A Threshold Model of Content Knowledge Transfer for Socioscientific Argumentation	Este estudo explora como os estudantes utilizam o conhecimento de conteúdo científico para a argumentação em QSC – engenharia genética.	Entrevistas com 45 estudantes em relação a três cenários sobre engenharia genética e clonagem. Os argumentos foram analisados com base nas justificativas.	Sobre QSC e argumentação – Toulmin.	Empírico
2006, 90, 4	Stein Dankert Kolsto; Berit Bungum; Erik Arnesen; Anders Isnes; Terje Kristensen; Ketil Mathiassen; Idar Mestad; Andreas Quale; Anne Sissel Vedvik Tonning; Marit Ulvik. Noruega	7.7. Science Students' Critical Examination of Scientific Information Related to Socioscientific Issues	Analisar a avaliação de estudantes sobre QSC.	Os 89 estudantes de graduação foram orientados (em duplas ou trio) a escolher uma QSC e elaborar um texto curto com base em trabalhos relacionados com a inclusão de QSC no ensino de ciências.	Sobre QSC.	Empírico
2010, 94, 2	Sabina Eggert; Susanne Bogeholz. Alemanha	7.8. Students' Use of Decision-Making Strategies with Regard to Socioscientific Issues: An Application of the Rasch Partial Credit Model	Testar um instrumento que mede o uso de tomada de decisão dos alunos estratégias em situações relacionadas com o desenvolvimento sustentável.	Os dados foram analisados usando o Rasch modelo de crédito parcial. A pesquisa foi realizada em dois estudos. No primeiro estudo, o foco foi na competência de tomada de decisão dos alunos, em que os mesmos foram orientados a responder um questionário. No segundo estudo, outros alunos	Sobre QSC.	Empírico

				foram orientados a completar o questionário da primeira fase.		
2011, 95, 3	Shiang-Yao Liu; Chuan-Shun Lin; Chin- Chung Tsai. Taiwan	7.9. College Students' Scientific Epistemological Views and Thinking Patterns in Socioscientific Decision Making	Testar a natureza do pressuposto de que existem relações entre pontos de vista científicos epistemológicos e processos de raciocínio em QSC tomando uma decisão.	117 estudantes universitários. Questionário tipo Likert. Utilizou o instrumento desenvolvido por Tsai e Liu (2005): cinco sub-escalas que avaliam crenças dos entrevistados sobre a natureza do conhecimento científico, incluindo o papel das negociações sociais na comunidade científica (SN), o inventou e natureza criativa da ciência (IC), a qualidade carregados de teoria de exploração científica (TL), a impactos culturais na ciência (CU), e da mudança e característica tentativa de conhecimento da ciência (CT).	Sobre QSC.	Empírico
2012, 96, 2	Ralph Levinson, Phillip Kent, David Pratt, Ramesh Kapadia, Cristina Yogui. Inglaterra	7.10. Risk-Based Decision Making in a Scientific Issue: A Study of Teachers Discussing a Dilemma Through a Microworld.	Identificar os fatores predominantes que influenciam a construção de um modelo de risco.	Quatro professores foram incentivados a se colocarem na situação de Deborah (QSC), que envolve determinados riscos, que precisariam ser discutidas a partir de várias fontes de informação. Análise dessas discussões.	Sobre QSC.	Empírico
2012, 96, 3	Jan Alexis Nielsen Dinamarca	7.11. Science in Discussions: An Analysis of the Use of Science Content in Socioscientific Discussions	Analisar o uso do conteúdo científico em discussões de QSC sobre terapia genética.	Análise das argumentações.	Sobre QSC e argumentação – Toulmin.	Empírico

2012, 96, 5	Yeung Chung Lee; Marcus Grace. China	7.12. Students' Reasoning and Decision Making about a Socioscientific Issue: A Cross-Context Comparison	Analisar por meio do Raciocínio informal de estudantes, o impacto do contexto sobre as decisões acerca de uma QSC.	Análise comparativa de duas classes, das decisões tomadas sobre a gripe aviária por alunos (12-13 anos de idade).	Sobre QSC.	Empírico
2013, 97, 4	Karin Rudsberg; Johan Ohman; Leif Ostman. Suécia	7.13. Analyzing Students' Learning in Classroom Discussions about Socioscientific Issues	Desenvolver e ilustrar um método que facilita investigações dos processos de aprendizagem dos alunos em sala de aula sobre QSC.	O método, chamado de análise de argumentação transacional, combina um transacional perspectiva de construção de significados com base na filosofia pragmática de John Dewey e um argumento análise baseada em argumento padrão de Toulmin.	Sobre QSC e argumentação.	Empírico
8. Journal of Science Education and Technology			Objetivos	Metodologia	Referencial Teórico predominante	Natureza do Trabalho
2011, 20, 4	Lena Hansson; Andreas Redfors; Maria Rosberg. Suécia	8.1. Student's Socio-Scientific Reasoning in an Astrobiological Context during Work with a Digital Learning Environment	Análise das argumentações apresentadas por alunos entre 7 e 16 anos em sequências didáticas na web sobre QSC – astrobiologia.	Aplicação de questionário pré-teste e pós-teste. Entrevistas individuais.	Sobre QSC e argumentação.	Empírico
2012, 21, 3	Nina Christenson; Shu-Nu Chang Rundgren; Hans-Olof Hoglund. Suécia	8.2. Using the SEE-SEP Model to Analyze Upper Secondary Student's Use of Supporting Reasons in Arguing Socioscientific Issues	Analisar a argumentação em QSC (aquecimento global, organismos geneticamente modificados, energia nuclear) para explorar o uso de razões de apoio de conhecimento científico em seus argumentos.	Análise das produções escritas de grupo de 80 alunos suecos do ensino secundário sobre QSC. Escolha de uma QSC e expressão individual, gravados e transcritos.	Sobre QSC.	Empírico

9. Science Education International			Objetivos	Metodologia	Referencial Teórico predominante	Natureza do Trabalho
2010, 21, 3	Timo Feierabend; Ingo Eilks. Alemanha	9.1. Raising Students' Perception of the Relevance of Science Teaching and Promoting Communication and Evaluation Capabilities Using Authentic and Controversial Socio-Scientific Issues in the Framework of Climate Change	Descreve a avaliação do desenvolvimento de diferentes planos de aula que lidam com QSC autênticos e controversas no âmbito das mudanças climáticas.	Pesquisa-ação. Grupos de 5 a 8 membros: professores e pesquisadores desenvolveram em conjunto planos de ensino com foco nas QSC de modo a combinar evidências da pesquisa em educação e a prática.	Sobre QSC e mudanças climáticas.	Empírico
2013, 24, 2	Brooke Robertshaw; Todd Campbell. Estados Unidos da América	9.2. Constructing arguments: Investigating pre-service science teachers' argumentation skills in a socio-scientific context	Investigar como a instrução no padrão de Toulmin sobre a argumentação contribui para a formação de futuros professores de ciências para escrever argumentos científicos sólidos e lógicos.	Análise dos argumentos (TAP-Toulmin).	Sobre QSC e argumentação – Toulmin.	Empírico
10. Studies in Science Education			Objetivos	Metodologia	Referencial Teórico predominante	Natureza do Trabalho
2009, 45, 1	Troy D. Sadler Estados Unidos da América	10.1. Situated Learning in Science Education: Socio-Scientific Issues as Contexts for Practice	Este artigo apresenta um marco teórico para conceituar novas formas de abordar a educação científica. Construtos-chave associados a este quadro, incluindo as comunidades de prática, discurso e identidade, são introduzido. O intuito é avançar no desenvolvimento de práticas de sala de aula com	Revisão de artigos: objetivos, métodos, intervenções.	Sobre QSC.	Teórico

			base na cidadania engajada em relação à negociação de QSC.			
11. Enseñanza de las Ciencias			Objetivos	Metodologia	Referencial Teórico predominante	Natureza do Trabalho
2008, 7, 3	Pedro Reis e Cecília Galvão. Portugal	11.1. Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos	Estudar os fatores que influenciam a realização de atividades de discussão de QSC.	Análise de dados provenientes de entrevistas e da observação de sequências de aulas para identificar os fatores que motivam os professores a realizarem esse tipo de atividade nas suas aulas.	Sobre QSC, educação científica.	Empírico
2008, 8, 2	Marcia Soares Forgiarini e Décio Auler Brasil	11.2. A abordagem de temas polêmicos na educação de jovens e adultos: o caso do "florestamento" no Rio Grande do Sul	Investigar e identificar possibilidades e desafios a serem enfrentados quanto à implementação deste tema, no currículo de quatro escolas, situadas em municípios com intensas plantações de monoculturas de eucalipto, pinus e acácia.	Registros escritos sob a forma de diários; questionário e entrevistas.	Sobre QSC e CTS.	Empírico
2010, 9, 3	Jeane Quelle Alves Brito e Luciana Passos Sá. Brasil	11.3. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio.	Estimular a argumentação de alunos do ensino médio a respeito de QSC relacionadas ao tema "biocombustíveis".	Estudo de Caso. Utilização de narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas. Os alunos deveriam se posicionar, a favor ou contra, à instalação de uma fábrica de biodiesel numa determinada região, e argumentar em defesa de seus posicionamentos. Para a análise da argumentação foi utilizado como referencial teórico o Padrão de Argumentação de Toulmin.	Sobre QSC e argumentação.	Empírico

APÊNDICE E

Síntese da análise categorial dos artigos de periódicos nacionais

Ano, vol. n°	Autores	Título	Categorias				
1. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências			Objetivos	Metodologia	Principais Resultados	Referencial Teórico predominante	Natureza do trabalho
2012, 14, 1	Luis Gustavo D'Carlos Barbosa; Maria Emília Caixeta de Castro Lima e Andrea Horta Machado.	1.1. Controvérsias sobre o aquecimento global: circulação de vozes e sentidos produzidos em sala de aula	Analisar o processo das interações discursivas dos estudantes frente ao problema sociocientífico do aquecimento global, focalizando suas tomadas de consciência acerca da existência de controvérsias em relação às causas do mesmo, bem como seus posicionamentos teóricos e atitudinais.	Análise de uma sequência didática de 10 encontros de 100 minutos. Grupos de 6 alunos. Gravação, transcrição das aulas. Aulas de Química em uma turma de 35 alunos da 1ª série do ensino médio	Compreensão do aquecimento global expressa pelos estudantes não apresenta controvérsias, pois os alunos acreditam que o aquecimento global é causa de ações antropogênicas. Relação com a inculcação causada pela mídia.	Bakhtin; QSC e Aquecimento Global.	Empírico
2012, 14, 1	Miriam Stassum Santos; Carmem Lúcia Costa Amaral e Maria Delourdes Maciel.	1.2. Tema sociocientífico “cachaça” em aulas práticas de química na educação profissional: uma abordagem CTS	Acompanhar: a) o desenvolvimento do controle de qualidade para os temas sociocientíficos (TS) – cachaça- com abordagem CTS, tendo como centralidade o trabalho prático; b) a promoção da discussão desses TS de forma a se envolverem os estudantes e	Estudo de Caso. Observação das aulas práticas e dos seminários apresentados pelos estudantes (ensino profissional técnico de nível médio), registros em caderno de campo, gravações e filmagens, além de questionários (inclusive a versão	A abordagem dos temas sociocientíficos em uma perspectiva mais ampla de formação para a cidadania depende das concepções dos professores e da sua prática pedagógica. Os temas sociocientíficos potencializaram o aumento das interações	Sobre CTS.	Empírico

			se lhes atribuir um significado real; c) o registro das interações e das discussões entre professor e estudantes nessas aulas práticas; d) a verificação do desenvolvimento de atitudes e valores dos estudantes frente à ciência, à tecnologia e à sociedade; e) a observação e o registro da didática do professor de Química.	brasileira do COCTS, o PIEARCTS).	dialógicas em sala de aula.		
2. Investigações em Ensino de Ciências			Objetivos	Metodologia	Principais Resultados	Referencial Teórico predominante	Natureza do trabalho
2005, 10, 2	Pedro Reis e Cecília Galvão. (Portugal)	2.1. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores	estudar: a) o eventual impacto das controvérsias sócio-científicas recentes nas concepções dos jovens professores acerca da natureza, ensino e aprendizagem das Ciências Naturais; b) a relação entre estas concepções e a prática letiva desses professores; e c) os possíveis efeitos da formação inicial na forma como integram as QSC nas suas práticas letivas.	Estudos de Caso - três professores de Ciências Naturais em início de carreira. Entrevistas semi-estruturadas e observações de aulas.	Desencadearam nestes professores a ideia da necessidade de uma alfabetização científica alargada que capacite a população para a compreensão e a tomada de decisões e de ações relativamente a estas temáticas. Contudo, o conceito de alfabetização científica, bem como a melhor forma de o alcançar, varia entre os professores participantes neste estudo.	Sobre a Natureza da Ciência.	Empírico
2006, 11, 1	Júlio César Castilho Razera e Roberto Nardi.	2.2. Ética no ensino de ciências: responsabilidade	Levantamento realizado em amostras de publicações sobre o ensino de Ciências, em periódicos científicos da área, revela que questões	ENPEC (1997 e 2003). <i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências</i> (2001-2003).	Necessidade de um número maior de investigações sobre temas como aqueles abordados na pesquisa	Ética e Moral;	Teórico

		es e compromissos com a evolução moral da criança nas discussões de assuntos controvertidos	sobre ética e desenvolvimento moral têm sido negligenciadas nas pesquisas em Educação em Ciências. Polêmica Criacionismo x evolucionismo.	<i>Revista Ciência & Educação; Investigações em Ensino de Ciências (1996-2005); Revista Ciência & Educação (1995-2004); Revista Enseñanza de las Ciencias(1983-1998); Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (2002-2005); Dissertações e Teses.</i>	citada neste artigo. Além de preencher lacunas existentes, tais pesquisas contribuirão para dar mais consistência aos rumos tomados pelo ensino de Ciências, notadamente nos dias atuais com as inserções e discussões crescentes de temas polêmicos em praticamente todas as áreas do conhecimento.		
2009, 14, 2	Wildson Luiz Pereira dos Santos e Eduardo Fleury Mortimer.	2.3. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades de limitações	Identificar potencialidades e limitações da introdução de aspectos sociocientíficos (ASC) em sala de aula e para o currículo e processo de formação de professores.	A pesquisa se constituiu em um estudo de caso, em que foram produzidos dados a partir de entrevistas, observações registradas em diário de campo e análise de aulas gravadas em vídeo.	A análise dos dados evidenciou a importância da preparação do professor na condução de discussões de ASC. Há indicadores de que a abordagem de ASC potencializa o aumento de interações dialógicas em sala de aula e facilita a emergência de situações vivenciais dos alunos e a introdução de atitudes e valores em uma perspectiva humanística.	QSC e Paulo Freire	Empírico
2009, 14, 1	Luciano Fernandes Silva e Luiz Marcelo de Carvalho	2.4. Professores de física em formação inicial: o ensino de física, a abordagem cts e os temas controversos	Identificar a concepção de ensino de Física presente entre os futuros professores dessa área, bem como identificar os obstáculos enfrentados ao tratarem de temas controversos em suas aulas.	Desenvolvimento de algumas atividades na disciplina de Prática de Ensino oferecida a alunos concluintes de um Curso de Licenciatura em Física de uma Universidade	A análise dos dados obtidos indica que as atividades de ensino de Física privilegiadas pelos futuros professores em suas práticas nas escolas são, até certo ponto, uma reprodução daqueles	Sobre CTS e Formação de professores.	Empírico

				Pública do Interior do Estado de São Paulo.	processos por eles vivenciados tanto na escola básica como em seus cursos de graduação.		
3. Ciência & Ensino			Objetivos	Metodologia	Principais Resultados	Referencial Teórico predominante	Natureza do trabalho
2007, 1, número especial	Mariana Brasil Ramos e Henrique César Silva.	3.1. Para pensar as controvérsias científicas em aulas de ciências	Evidenciar as principais contribuições de trabalhos sobre controvérsias científicas no ensino de ciências.	---	Fatores de limitação: necessidade de aprofundamento dos temas; necessidade de uma reflexão epistemológica sobre Ciência e Tecnologia; Explorar as dimensões históricas, políticas, culturais, econômicas, etc.	CTS, controvérsias sociocientíficas, epistemologia.	Teórico
2007, 1, número especial	Kátia Regina Cunha Flôr Vieira e Walter Antônio Bazzo.	3.2. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula	Apresentar uma proposta CTS para a discussão do tema aquecimento global e das controvérsias acerca de suas causas, oferecendo uma contribuição para que professores do ensino fundamental e médio abordem essa questão em sala de aula.	---	Tais discussões abrem espaço para a construção de conhecimentos em diferentes disciplinas do currículo. Dessa forma não podem nem devem ser consideradas como atividades desvinculadas dos conteúdos, mas como possibilidades de ampliar e aprofundar os conhecimentos dos alunos em assuntos relacionados aos temas escolhidos.	CTS, controvérsias sociocientíficas.	Teórico

2007, 1, número especial	Ana Maria Navas; Djana Contier e Martha Marandino. (Rio de Janeiro e México)	3.3. Controvérsia científica, comunicação pública da ciência e museus no bojo do movimento CTS.	Explorar a forma em que os pressupostos do enfoque CTS e, especificamente, as questões relacionadas à abordagem de temáticas controversas e contemporâneas aparecem em algumas exposições de museus de ciências no Brasil e no México.	Dados coletados, por meio de técnicas de pesquisa qualitativa em três museus de ciências. Para a análise as áreas expositivas desses espaços onde o tratamento de temas polêmicos, controversos em relação a assuntos de ciências e tecnologia.	Dificuldade de explorar temáticas polêmicas e controvérsias nos museus de ciência e tecnologia. Uma vez que esses espaços, na intenção de facilitar a compreensão da ciência pelo público, adotam estratégias como simplificação dos textos e adoção de um grande número de experimentos interativos, restringem a exploração de temáticas mais complexas.	CTS, controvérsias e museus.	Empírico
2007, 1, número especial	Luciano Fernandes Silva e Luiz Marcelo de Carvalho.	3.4. A temática ambiental e o processo educativo: o ensino de física a partir de temas controversos.	Analisar as implicações do ideário ambientalista para o ensino de física tendo como princípio metodológico os temas controversos.	---	Os temas controversos enquanto princípio metodológico para as práticas de ensino de Física, com a intenção de construir espaços em salas de aula para que o professor possa trabalhar aspectos normalmente distantes das aulas de Física, tais como incertezas, complexidades e a análise de riscos sociais e ambientais associados com as aplicações da ciência.	Educação Ambiental, controvérsias sociocientíficas.	Teórico
2007, 1, 2	Vânia Gomes Zuin e Denise de Freitas.	3.5. A utilização de temas controversos: um estudo de caso na formação de	Analisar o emprego de um tema sociocientífico controverso, numa perspectiva de Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), relacionado à transposição	Construção de um site; Questionário com quatro perguntas; Análise dos argumentos.	A proposta educativa possibilitou vivências significativas de natureza cognitiva e subjetiva para todos os envolvidos na experiência formativa, sobretudo quanto à	CTSA, QSC.	Empírico

		licenciandos numa abordagem CTSA.	das águas do rio São Francisco para a construção de um site da internet por estudantes dos cursos de licenciatura de uma universidade federal brasileira, no âmbito de uma disciplina optativa voltada ao Ensino e Pesquisa em Educação Ambiental, oferecida no segundo semestre de 2006.		ênfase na articulação e reflexão dos elementos tecnocientíficos, sociais e ambientais concernentes ao tema da transposição do chamado velho Chico.		
4. Ciência e Educação			Objetivos	Metodologia	Principais Resultados	Referencial Teórico predominante	Natureza do trabalho
2010, 16, 2	Márcio Andrei Guimarães; Washington Luiz Pacheco de Carvalho e Mônica Santos Oliveira.	4.1. Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano	Compreender como estudantes de Ensino Médio percebem e interpretam questões relacionadas à manipulação genética em seres humanos.	Curso de 40h “Encontrando parentesco entre seres vivos”; Entrevistas; Fenomenografia (entrevista interpretada)	Houve divisão de opiniões em relação à eugenia negativa, que se destina a remover características desfavoráveis das pessoas; mas a eugenia positiva, que busca melhoramento de características estéticas, foi rejeitada por todos os estudantes. As variações nas opiniões em relação ao assunto tratado podem ser, em grande medida, devidas às representações sociais dos estudantes.	Edgar Morin – (Cladograma); Representações sociais.	Empírico
2011, 17, 3	Pedro Reis; Cecília Galvão e Sofia Freire.	4.2. A discussão de controvérsias sociocientíficas	Compreender como é que um conjunto de 29 professores-formandos, de um mestrado em Educação, avalia as potencialidades da	Tema: hidrelétrica de Alqueva;	Constatou-se a necessidade de continuar a apoiar estes professores na implementação de atividades de natureza	CTS e controvérsias sociocientíficas.	Empírico

	(Portugal)	na formação de professores	discussão de assuntos sociocientíficos controversos	Análise de narrativas elaboradas por dois professores.	controversa com os seus alunos de modo a desenvolverem o conhecimento necessário à sua implementação.		
2012, 18, 4	Juliana Viégas Mundim; Wildson Luiz Pereira Santos.	4.3. O ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar	Integrar o conhecimento científico com o contexto social dos estudantes por meio de uma atividade pedagógica.	Turma do 8º ano de ciências naturais do Ensino Fundamental durante um ano letivo. Observação das aulas; questionários; Atividade- abordagem temática – “alimentação e vida saudável”.	A abordagem de tema sociocientífico propiciou integrar conteúdos científicos ao tema. Dessa forma, rompeu-se com a estrutura clássica de organização a partir dos conceitos, pois os conteúdos foram introduzidos a partir do tema.	CTS, currículo e abordagem temática.	Empírico
2013, 19, 2	Paulo Fraga Silva e Myrian Krasilchik.	4.4. Bioética e ensino de ciências: o tratamento de temas controversos – dificuldades apresentadas por futuros professores de ciências e biologia	Analisar como os licenciandos lidam com temas controversos que poderiam ser discutidos com seus futuros alunos, sobretudo a metodologia a ser utilizada em sala de aula.	Aplicação e análise de um questionário com questões abertas, relacionadas a quatro casos com conteúdos dilemáticos aplicados a 32 licenciandos de Ciências e Biologia, pertencentes a três Instituições de Ensino Superior do município de São Paulo.	A formação inicial pouco tem contribuído na instrumentalização dos futuros professores no exercício de tomada de posição e o convívio com a divergência. Destaca-se a importância da Bioética na socialização do debate científico e como um valioso instrumento metodológico no ensino de Ciências.	Bioética, ensino de ciências.	Empírico
5. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia			Objetivos	Metodologia	Principais Resultados	Referencial Teórico predominante	Natureza do trabalho
2008, 1, 1	Ralph Levinson	5.1. A Theory of Curricular Approaches to	Apresentar seis indicadores para ilustrar as características dos modelos:	---	O delineamento da abordagem das QSC	Currículo e QSC.	Teórico

	Inglaterra	the Teaching of Socio-Scientific Issues	a natureza da hierarquia de relações entre cientistas, professores e estudantes; a fonte do conhecimento; epistemologia; distribuição do conhecimento entre participantes contenciosos; natureza da pedagogia e avaliação.		deve necessariamente envolver a análise das hierarquias sociais dos participantes; do conteúdo; do ponto de vista epistêmico da ciência e da sociedade; e de como os participantes se situam em relação à controvérsia sobre a questão; a proposta pedagógica; e a avaliação.		
6. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências			Objetivos	Metodologia	Principais Resultados	Referencial Teórico predominante	
2013, 13, 3	Angélica Cosenza e Isabel Martins	6.1. Controvérsias Socioambientais no Contexto da construção de sentidos sobre relações entre energia e ambiente na escola	Analisar imagens, textos e discursos orais produzidos por estudantes em situação de interações discursivas e, por meio desta análise, investigar possíveis sentidos controversos sobre efeitos socioambientais da exploração de petróleo.	Abordagem da semiótica social e nos estudos críticos do discurso, toman-do o referencial de Norman Fairclough.	Controvérsias revelaram tensões que se complexificaram em interações discursivas, estabelecendo em alguns episódios a reafirmação de um discurso entre os estudantes e, em outros, a criação de um discurso híbrido que relativizou aquele primeiro ou até um novo discurso capaz de reconhecer agressões e riscos socioambientais e desconstruir sentidos hegemônicos que circulam nas práticas sociais de que alunos e alunas tomam parte.	Controvérsias ambientais, Discurso; Mudança social.	Empírico

APÊNDICE F

Categorizações dos referenciais mais citados nas publicações internacionais e nacionais

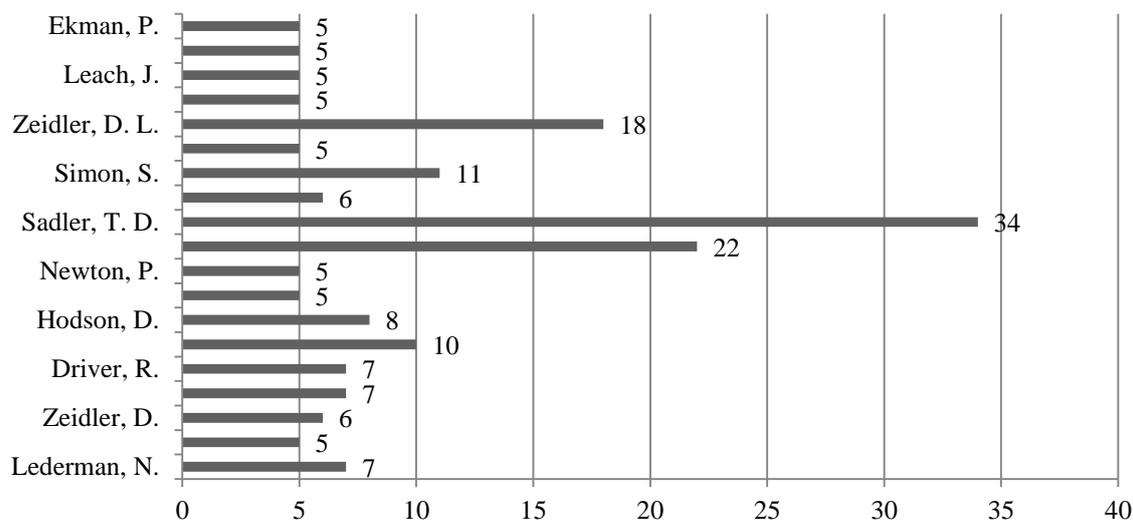
A) Periódicos Internacionais

1. Research in Science Education

Tabela 1.1 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Reserch in Science Education

Autores	Frequência
Lederman, N.	7
Barab, S. A.	7
Driver, R.	7
Erduran, S.	10
Hodson, D.	8
Kuhn, D.	5
Newton, P.	5
Osborne, J.	22
Sadler, T. D.	34
Simmons, M. L.	6
Simon, S.	11
Tytler, R.	5
Zeidler, D. L.	24
Zohar, A.	5
Leach, J.	5
Simonneaux, L.	5
Ekman, P.	5
Outros autores	532

Gráfico 1.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Reserch in Science Education

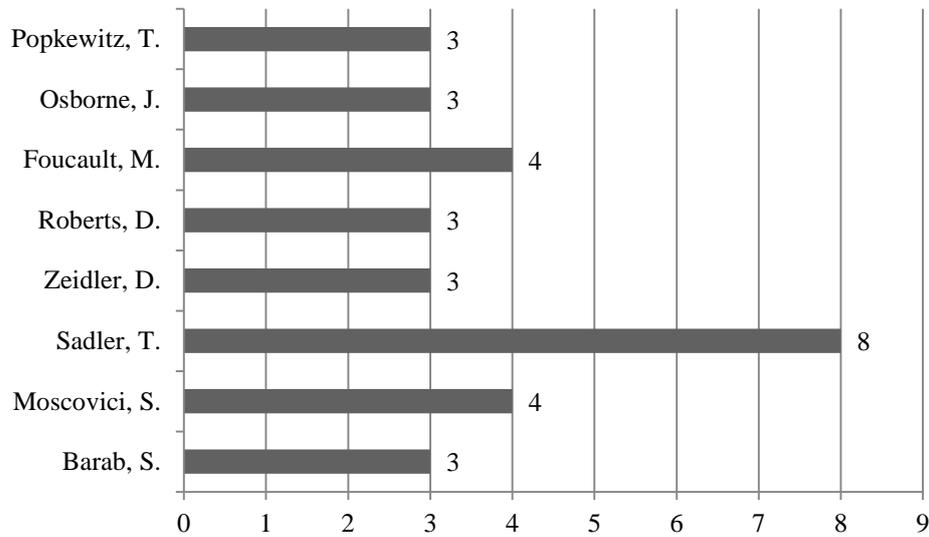


2. Cultural Studies of Science Education

Tabela 2.1 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Cultural Studies of Science Education

Autores	Frequência
Barab, S.	3
Moscovici, S.	4
Sadler, T.	8
Zeidler, D.	3
Roberts, D.	3
Foucault, M.	4
Osborne, J.	3
Popkewitz, T.	3
Outros autores	155

Gráfico 2.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Cultural Studies of Science Education

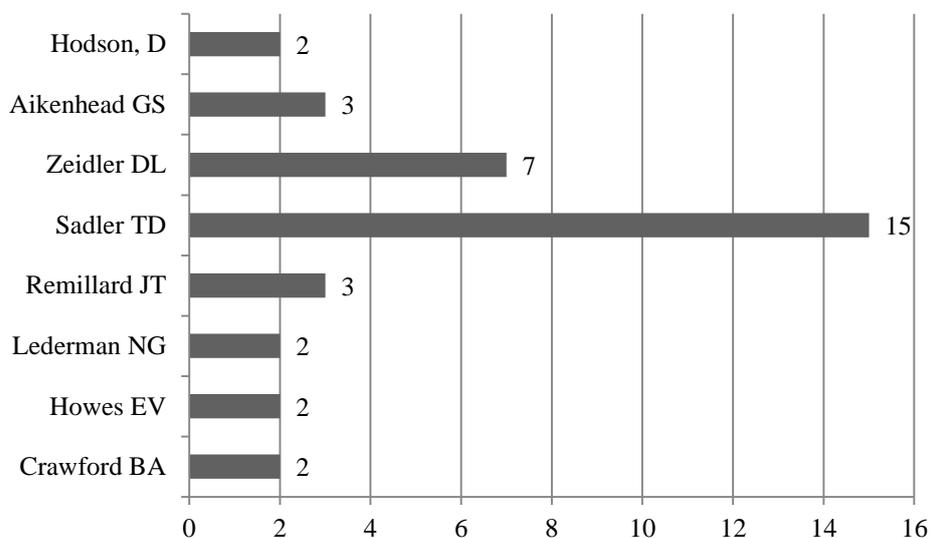


3. Science & Education

Tabela 3.1 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Science & Education

Autores	Frequência
Crawford BA	2
Howes EV	2
Lederman NG	2
Remillard JT	3
Sadler TD	15
Zeidler DL	7
Aikenhead GS	3
Hodson, D	2
Outros autores	75

Gráfico 3.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Science & Education

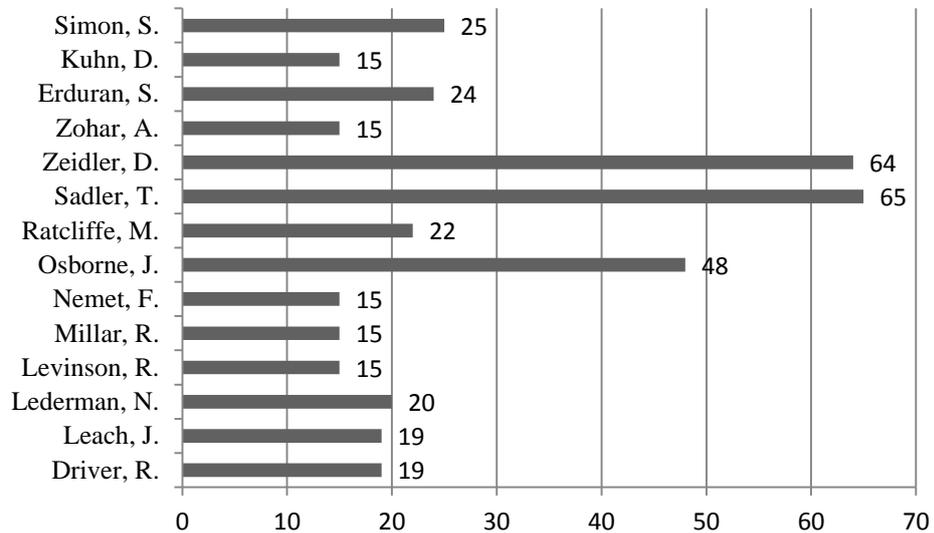


4. Internacional Journal of Science Education

Tabela 4.1 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria International Journal of Science Education

Autores	Frequência
Driver, R.	19
Leach, J.	19
Lederman, N.	20
Levinson, R.	15
Millar, R.	15
Nemet, F.	15
Osborne, J.	48
Ratcliffe, M.	22
Sadler, T.	65
Zeidler, D.	64
Zohar, A.	15
Erduran, S.	24
Kuhn, D.	15
Simon, S.	25
Outros autores	1106

Gráfico 4.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria International Journal of Science Education



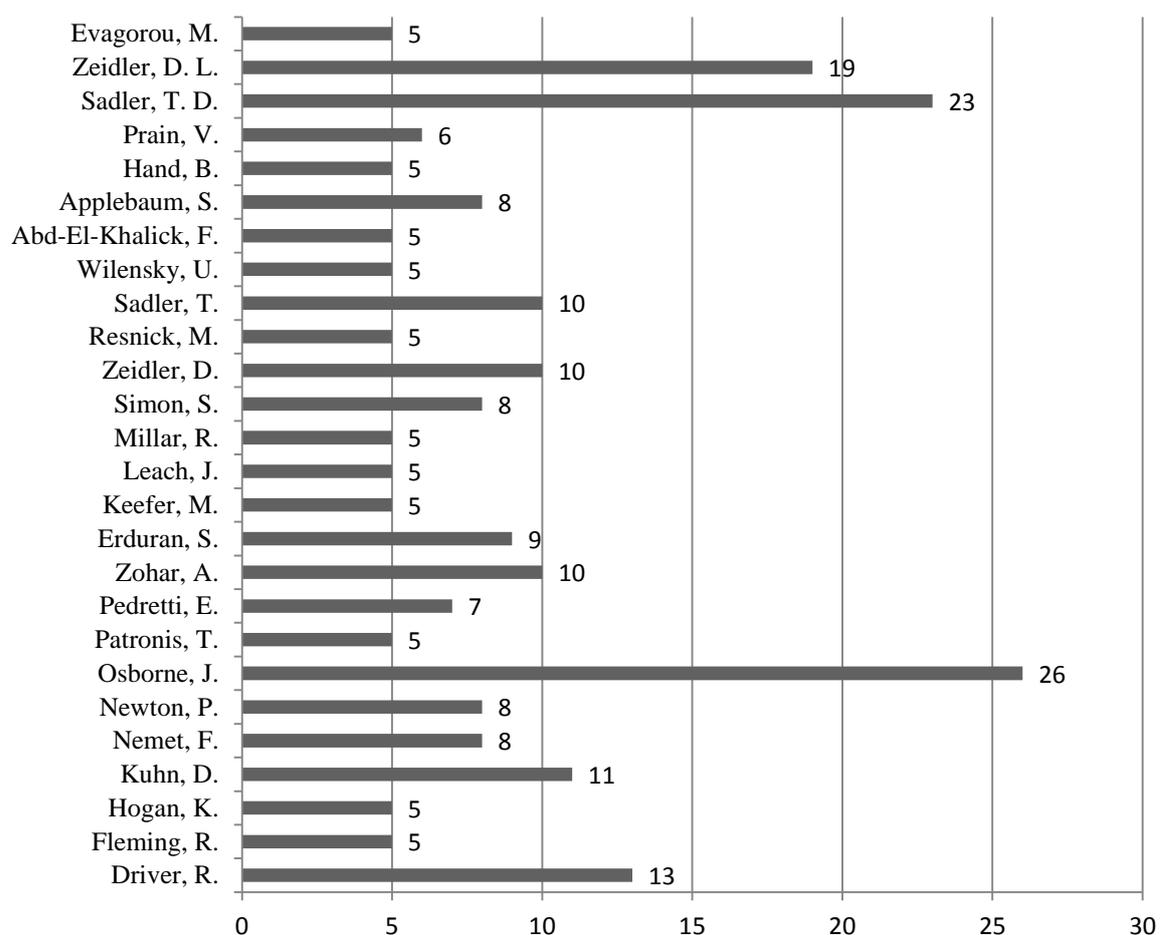
5. Journal of Research in Science Teaching

Tabela 5.1 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Journal of Research in Science Teaching

Autores	Frequência
Driver, R.	13
Fleming, R.	5
Hogan, K.	5
Kuhn, D.	11
Nemet, F.	8
Newton, P.	8
Osborne, J.	26
Patronis, T.	5
Pedretti, E.	7
Zohar, A.	10
Erduran, S.	9
Keefer, M.	5
Leach, J.	5
Millar, R.	5
Simon, S.	8
Resnick, M.	5
Wilensky, U.	5
Abd-El-Khalick, F.	5
Applebaum, S.	8
Hand, B.	5
Prain, V.	6

Sadler, T. D.	33
Zeidler, D. L.	29
Evagorou, M.	5
Outros autores	559

Gráfico 5.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Journal of Research in Science Teaching

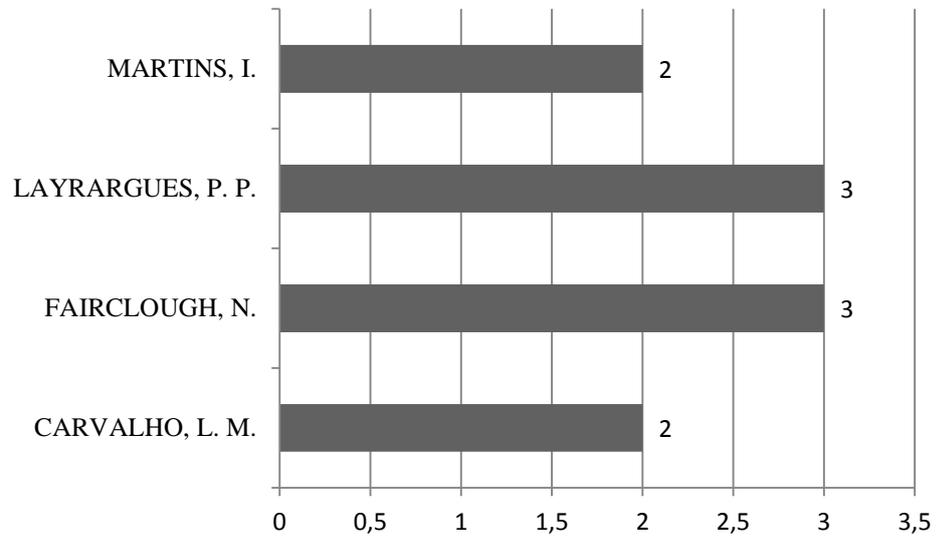


6. Research in Science & Technology Education

Tabela 6.1 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Research in Science & Technology Education

Autores	Frequência
Carvalho, L. M.	2
Fairclough, N.	3
Layrargues, P. P.	3
Martins, I.	2
Outros autores	30

Gráfico 6.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Research in Science & Technology Education

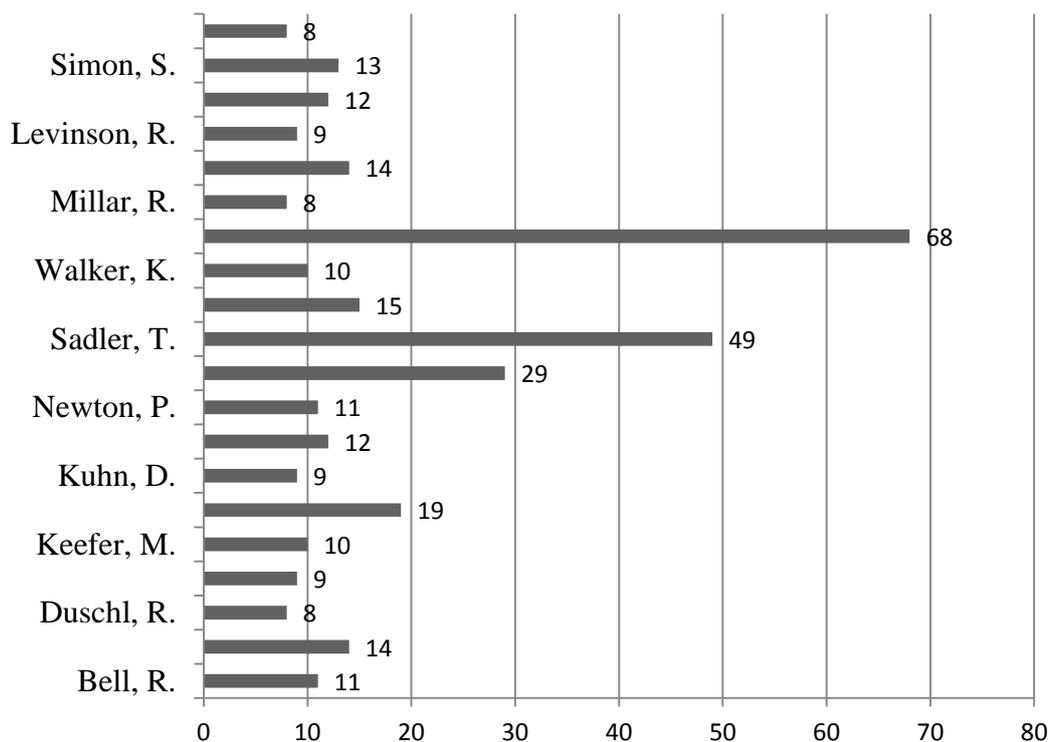


7. Science Education

Tabela 7.1 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Science Education

Autores	Frequência
Bell, R.	11
Driver, R.	14
Duschl, R.	8
Hogan, K.	9
Keefer, M.	10
Kolstø, S.	19
Kuhn, D.	9
Lederman, N.	12
Newton, P.	11
Osborne, J.	29
Sadler, T.	49
Simmons, M.	15
Walker, K.	10
Zeidler, D.	68
Millar, R.	8
Erduran, S.	14
Levinson, R.	9
Ratcliffe, M.	12
Simon, S.	13
Grace, M.	8
Outros autores	469

Gráfico 7.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Science Education

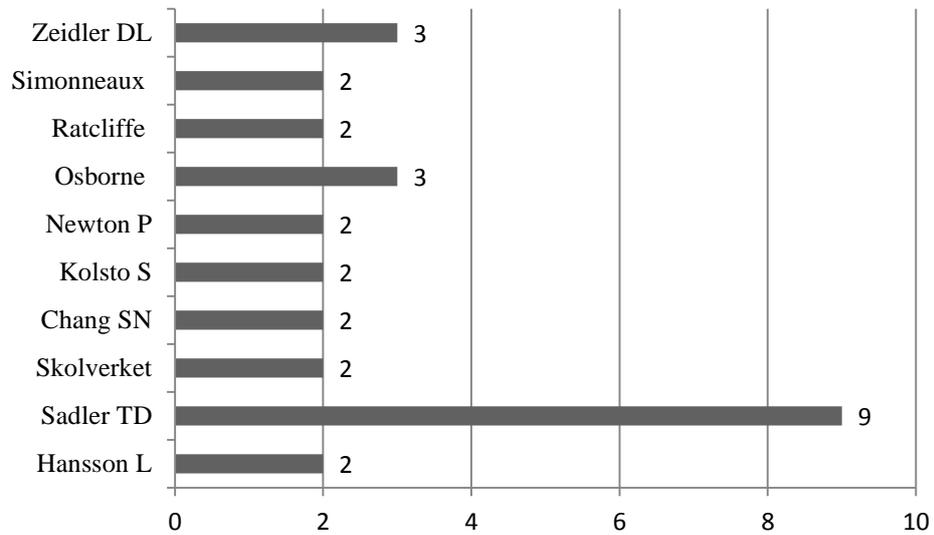


8. Journal of Science Education and Technology

Tabela 8.1 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Journal of Science Education and Technology

Autores	Frequência
Hansson L	2
Sadler TD	9
Skolverket	2
Chang SN	2
Kolsto S	2
Newton P	2
Osborne	3
Ratcliffe	2
Simonneaux	2
Zeidler DL	3
Outros autores	82

Gráfico 8.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Journal of Science Education and Technology

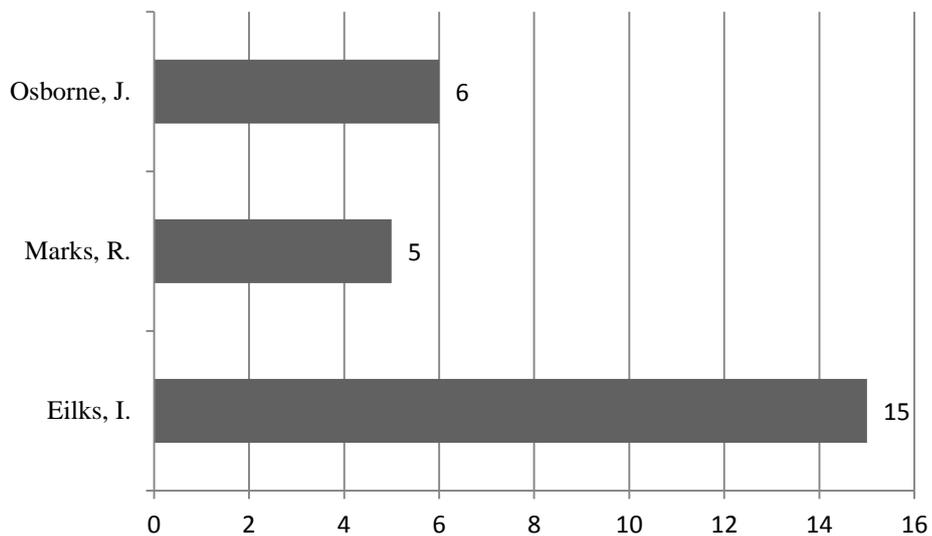


9. Science Education Intenacional

Tabela 9.1 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Science Education International

Autores	Frequência
Eilks, I.	15
Marks, R.	5
Osborne, J.	6
Outros autores	85

Gráfico 9.2 – Distribuição de Frequência autores ou coautores mais citados na categoria Science Education International

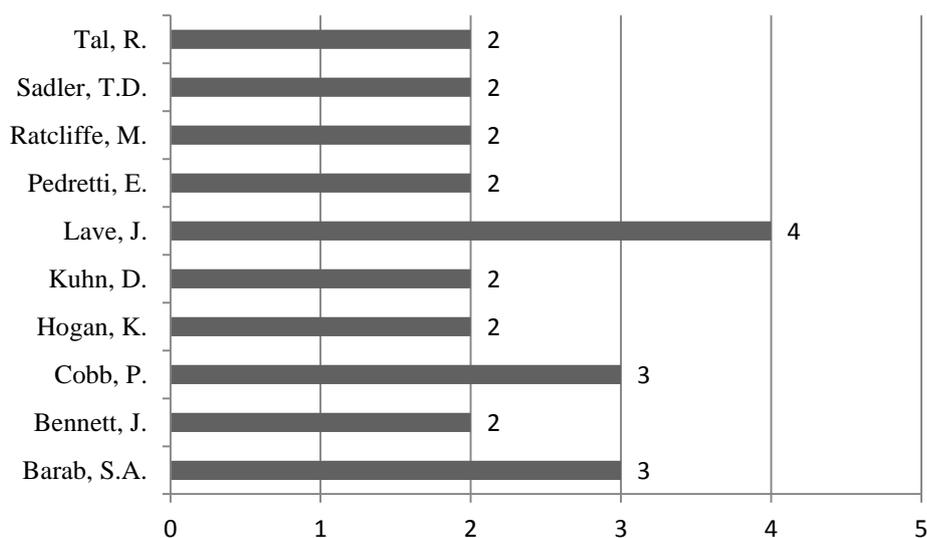


10. Studies in Science Education

Tabela 10.1 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Studies in Science Education

Autores	Frequência
Barab, S.A.	3
Bennett, J.	2
Cobb, P.	3
Hogan, K.	2
Kuhn, D.	2
Lave, J.	4
Pedretti, E.	2
Ratcliffe, M.	2
Sadler, T.D.	2
Tal, R.	2
Outros Autores	77

Gráfico 10.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Studies in Science Education



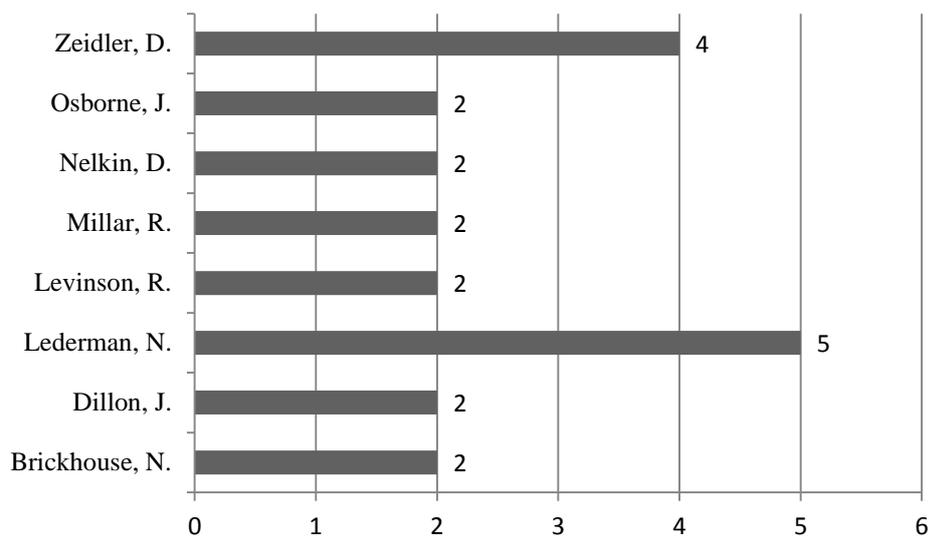
11. REEC

Tabela 11.1 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria REEC

Autores	Frequência
Brickhouse, N.	2
Dillon, J.	2
Lederman, N.	5
Levinson, R.	2
Millar, R.	2

Nelkin, D.	2
Osborne, J.	2
Zeidler, D.	4
Outros autores	55

Gráfico 11.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria REEC



B) Periódicos Nacionais

1. Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências

Tabela 1.1 – Distribuição de Frequência dos autores e coautores mais citados na categoria

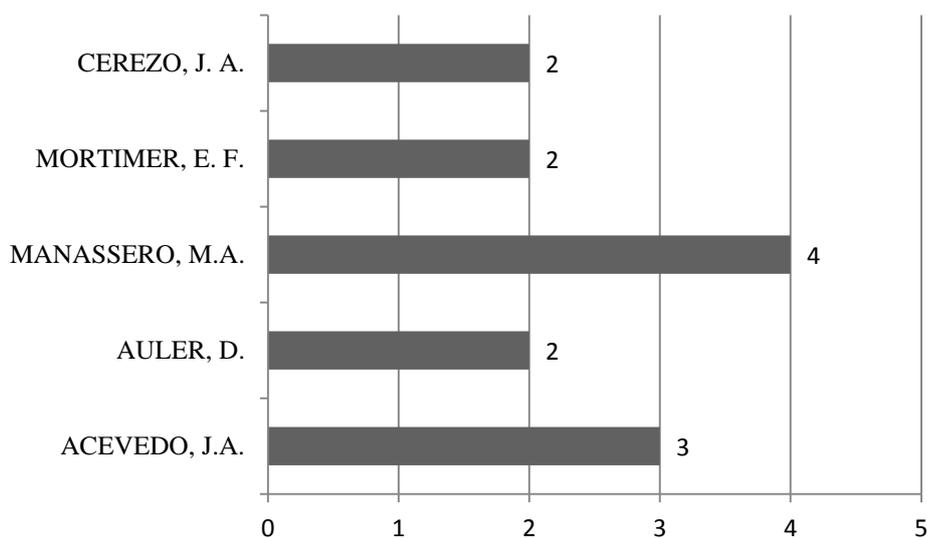
Autores	Frequência
ACEVEDO, J.A.	1
AULER, D.	1
AULER, D.; DELIZOICOV, D.	1
COELHO, J. C., e MARQUES, C. A.	1
FOUREZ, G.	1
In M. I. G., GARCIA, J. A. L., CEREZO e J. L.,	1
LINSINGEN, I.	1
LOPEZ, J. L. L. e CEREZO, J. A. L.	1
MANASSERO, M.A.	1
MANASSERO, M.A. y ACEVEDO, J. A.	1
MANASSERO, M.A., ACEVEDO, J.A. e M. F.	1
RAMSEY, J.	1
SANTOS, W. L. P. dos, e Mortimer, E. F.	1
SCOTT, P. H.	1
VAZQUEZ, A. e MANASSERO, M.A.	1

VIEIRA, R.M e MARTINS, I.P.	1
YAGER, R.E.	1
ZUIN, V.G.; FREITAS, D.; OLIVEIRA, M. R.G. e PRUDENCIO, C.A.V.	1

Tabela 1.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria

Autores	Frequência
ACEVEDO, J.A.	3
AULER, D.	2
MANASSERO, M.A.	4
MORTIMER, E. F.	2
CEREZO, J. A.	2
Outros autores	20

Gráfico 1.1 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria



2. Investigações em Ensino de Ciências

Tabela 2.1 – Distribuição de Frequência dos autores e coautores mais citados na categoria Artigos Investigações em Ensino de Ciência

Autores	Frequência
Mellado, V.	2
Mortimer, E. F.	2
Solomon, J.	2
Outros autores	45

Gráfico 2.1 – Distribuição de Frequência dos autores e coautores mais citados na categoria Artigos Investigações em Ensino de Ciência

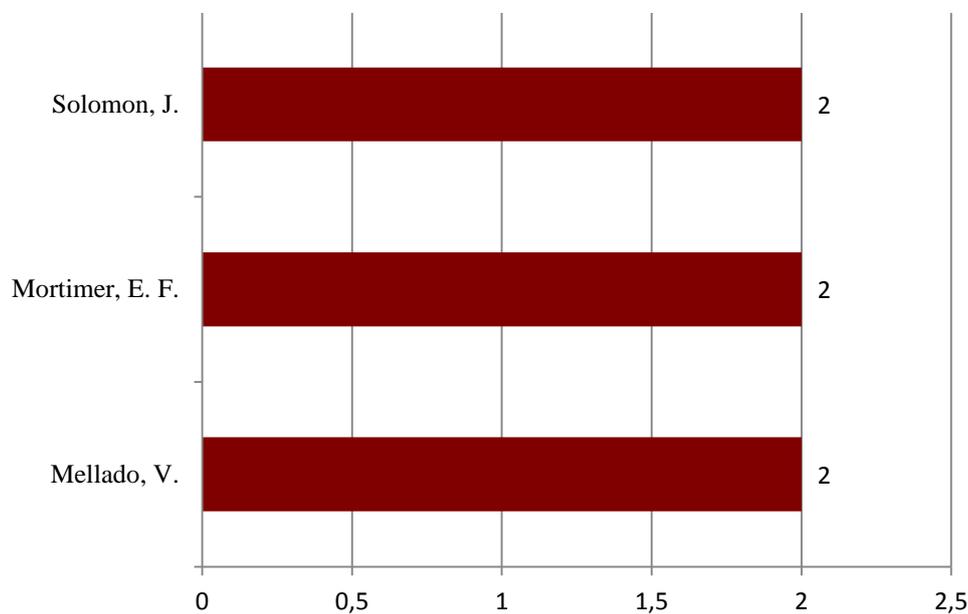
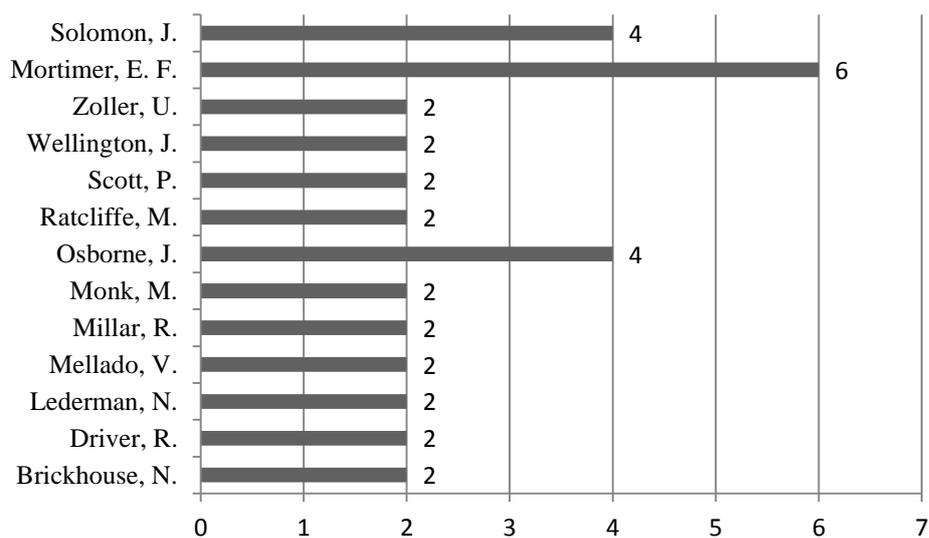


Tabela 2.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Artigos Investigações em Ensino de Ciência

Autores	Frequência
Brickhouse, N.	2
Driver, R.	2
Lederman, N.	2
Mellado, V.	2
Millar, R.	2
Monk, M.	2
Osborne, J.	4
Ratcliffe, M.	2
Scott, P.	2
Wellington, J.	2
Zoller, U.	2
Mortimer, E. F.	6
Solomon, J.	4
Outros autores	55

Gráfico 2.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Artigos Investigações em Ensino de Ciência



3. Ciência e Ensino

Tabela 3.1 – Distribuição de Frequência dos autores e coautores mais citados na categoria Artigos Ciência e Ensino

Autores	Frequência
WYNNE, B.	2
LEVINSON, R.	2
WELLINGTON, J. J.	3
REIS, P.	2
REIS, P. & GALVAO, C.	2
Outros autores	60

Gráfico 3.2. – Distribuição de Frequência dos autores e coautores mais citados na categoria Artigos Ciência e Ensino

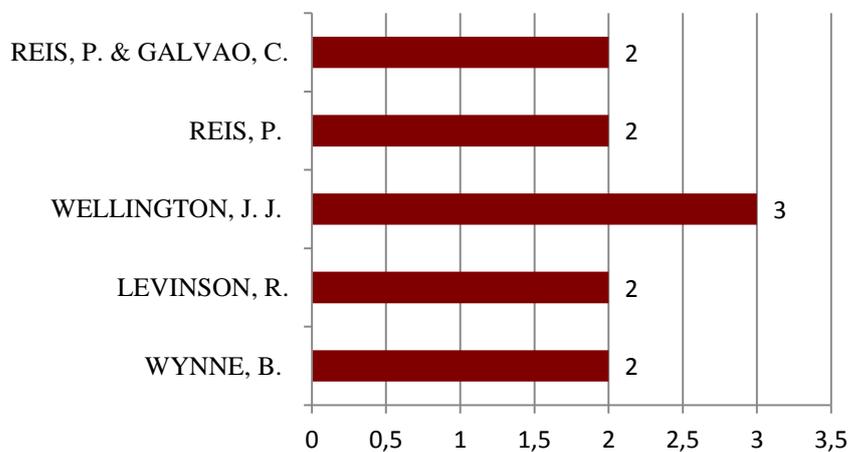


Tabela 3.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Artigos Ciência e Ensino

Autores	Frequência
AULER, D.	3
BAZZO, W. A.	2
GALVAO, C.	3
MARTIN, B.	2
LEWENSTEIN, BV.	2
WYNNE, B.	2
LEVINSON, R.	2
WELLINGTON, J. J.	3
FREITAS, D.	3
OLIVEIRA, H.T.	3
SADLER, T.D.	2
ZUIN, V.G.	3
REIS, P. R.	7
SILVA, L. F.	2
CARVALHO, L. M.	2
Outros autores	65

4. Ciência e Educação

4.1 – Distribuição de Frequência dos autores e coautores mais citados na categoria Artigos Ciência e Educação

Autores	Frequência
HABERMAS, J.	2
SADLER, T. D.	2
AIKENHEAD, G.	4
GALVAO, C. e REIS, P., FREIRE, S.	2
REIS, P.	2
REIS, P. e GALVAO, C.	2
SOLOMON, J.	2
ZIMAN, J.	2
FOUREZ, G.	2
KRASILCHIK, M. e MARANDINO, M.	2
Outros autores	82

Gráfico 4.2 – Distribuição de Frequência dos autores e coautores mais citados na categoria Artigos Ciência e Educação

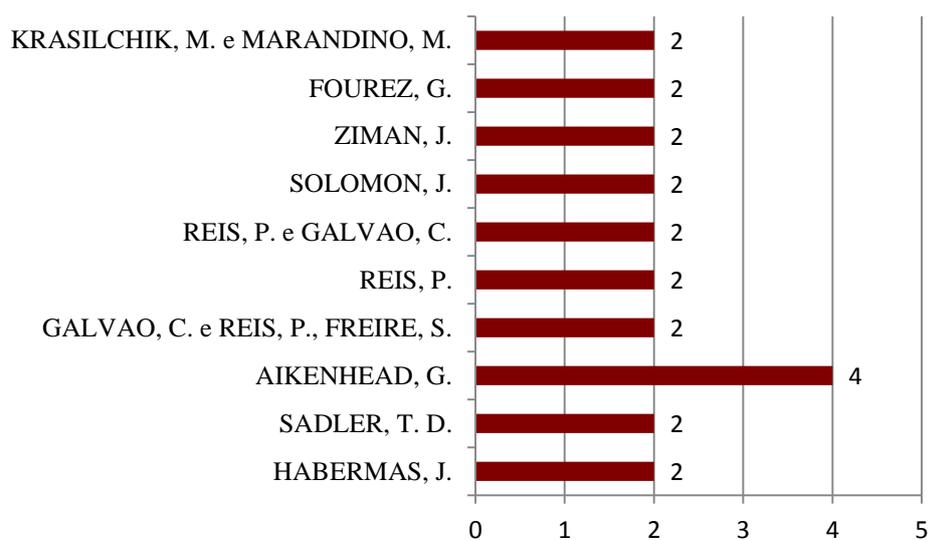


Tabela 4.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Artigos Ciência e Educação

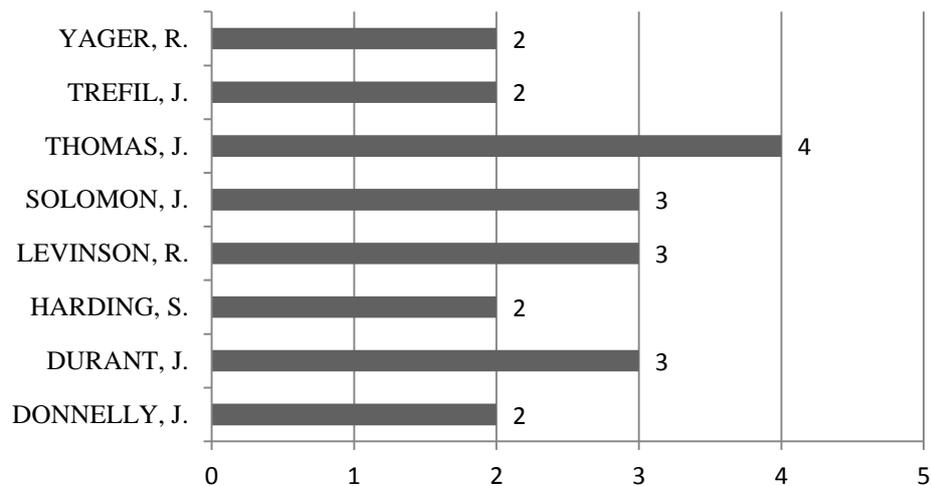
Autores	Frequência
HABERMAS, J.	2
MORIN, E.	2
NARDI, R.	2
SADLER, T. D.	3
ZEIDLER, D. L.	2
AIKENHEAD, G.	4
FREIRE, A.	2
FREIRE, S.	3
GALVAO, C.	11
LEDERMAN, N.	2
McCOMAS, W.	2
REIS, P.	7
SOLOMON, J.	2
ZIMAN, J.	2
AULER, D.	2
DELIZOICOV, D.	2
FOUREZ, G.	2
KRASILCHIK, M.	3
MALDANER, O. A.	2
MARANDINO, M.	2
SANTOS, W. L. P.	3
Outros autores	87

5. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

Tabela 5.1 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Artigos Nacionais

Autores	Frequência
DONNELLY, J.	2
DURANT, J.	3
HARDING, S.	2
LEVINSON, R.	3
SOLOMON, J.	3
THOMAS, J.	4
TREFIL, J.	2
YAGER, R.	2
Outros autores	71

Gráfico 5.1 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Artigos Nacionais



6. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

Tabela 6.1 – Distribuição de Frequência dos autores e coautores mais citados na categoria Artigos Pesquisa em Educação em Ciências

Autores	Frequência
Glaesser, J. ,R. Gott, R. Roberts, and B. Cooper	2
Gott, R., and S. Duggan	2
Tytler, R., S. Duggan, and R. Gott	2
Gott, R., K. Foulds, M. Jones, P. Johnson, and R. Roberts	3
Outros	54

Gráfico 6.1 – Distribuição de Frequência dos autores e coautores mais citados na categoria Artigos Pesquisa em Educação em Ciências

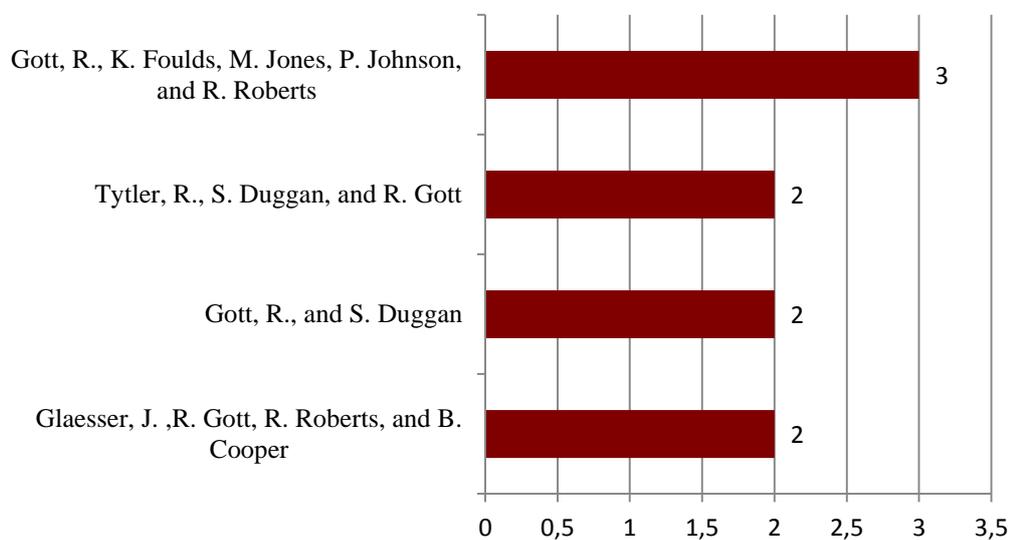


Tabela 6.2 – Distribuição de Frequência dos autores ou coautores mais citados na categoria Artigos Pesquisa em Educação em Ciências

Autores	Frequência
B. Cooper	2
Duschl, R.A.	2
Glaesser, J.	2
Gott, R.	7
J. Osborne	3
K. Foulds	3
M. Jones	3
Osborne, J.	2
P. Johnson	3
R. Gott	7
R. Roberts	8
Roberts, R.	2
S. Collins	2
S. Duggan	5
S. Simon	2
Tytler, R.	3
Outros	64