

Camila de Paiva

**AVALIAÇÃO DA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO  
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM VIVÊNCIAS DE ILHA  
INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. José de Pinho Alves Filho

Coorientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Graziela Piccoli Richetti

Florianópolis  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pela autora  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária  
da UFSC.

Paiva, Camila de  
AVALIAÇÃO DA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E  
TECNOLÓGICA EM VIVÊNCIAS DE ILHA INTERDISCIPLINAR DE  
RACIONALIDADE / Camila de Paiva ; orientador, José de  
Pinho Alves Filho ; coorientadora, Graziela Piccoli  
Richetti. - Florianópolis, SC, 2016.  
269 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas.  
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Inclui referências

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. Referencialização.  
3. Ilha Interdisciplinar de Racionalidade. 4. Alfabetização  
Científica e Tecnológica. 5. Avaliação. I. Alves Filho, José  
de Pinho. II. Richetti, Graziela Piccoli. III.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós  
Graduação em Educação Científica e Tecnológica. IV. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

**“Avaliação da promoção da Alfabetização Científica e  
Tecnológica em vivências de Ilha Interdisciplinar de  
Racionalidade”**

Dissertação submetida ao Colegiado  
do Curso de Mestrado em Educação  
Científica e Tecnológica em  
cumprimento parcial para a obtenção  
do título de Mestre em Educação  
Científica e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 16 de setembro de 2016.

Jose de Pinho Alves Filho (Orientador - Depto de Física/CFM/UFSC)

Ione Ines Pinsson Slongo (Examinadora - Depto de Educação/UFFSC)

Vera Rejane N. Schuhmacher (Examinadora – Depto de Ciências/UNISUL)

Jose Francisco Custódio Filho (Examinador - Depto de Física/CFM/UFSC)

Paulo José Sena dos Santos (Suplente - Depto de Física/CFM/UFSC)

  
Carlos Alberto Marques  
Coordenador do PPGECT



Camila de Paiva

Florianópolis, Santa Catarina, 2016



Dedico este trabalho aos meu pais  
Jeovani e Carmem Lúcia e aos meus  
professores.



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me abençoar e iluminar a cada dia.

Ao meu orientador, prof. José de Pinho Alves Filho, pelos ensinamentos profissionais, acadêmicos e de vida, carinho, amizade e compreensão nos momentos difíceis. Ao tio Pinho, que mesmo me aterrorizando, conseguiu me cativar com seu jeito brincalhão.

À minha coorientadora, prof<sup>a</sup>. Graziela Picolli Richetti, pelos ensinamentos, paciência e por me amparar nos momentos de apreensão e medo. À tia Grazi, pela amizade e confiança.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram e mostraram a importância de estudar, mesmo não tendo a mesma oportunidade no passado. Obrigada pelos sacrifícios que passaram para conseguir me manter estudando.

À minha irmã, que sempre esteve ao meu lado nos momentos bons e ruins.

Ao meu namorado, Rodrigo, que me deu força e ânimo para concluir esta etapa, assim como, compreendeu meus momentos de ausência, por conta do mestrado.

A todos meus professores que, de alguma forma, contribuíram à minha formação, em especial, as prof<sup>as</sup>. Tathiane Milaré e Leila I. Freire, que me fizeram gostar da área de Ensino de Química.

Aos colegas e professores do PPGECT-UFSC, pelas discussões nas disciplinas e pelas contribuições com o projeto de pesquisa.

À Daiane e Yohana, pela amizade, pelas risadas e pelos momentos de confidências.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo financiamento da bolsa de mestrado.

Por fim, agradeço a todos que estiveram do meu lado nesse período do mestrado e que me deram força para seguir adiante.

.





“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,  
mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre  
aquilo que todo mundo vê”

(Arthur Schopenhauer)



## RESUMO

Esta pesquisa apresenta a avaliação de vivências de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) relatadas em dissertações da área de Educação em Ciências e Matemática. Discute sua consonância com os pressupostos de Fourez acerca da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) e com as propostas de formação social presentes nos documentos curriculares federais da Educação Básica, como as Leis de Diretrizes e Bases, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a Base Nacional Comum Curricular (versão preliminar). A pesquisa é caracterizada como documental e descritiva, pois para a análise é realizado um detalhamento das características das vivências de IIR relatadas em dissertações selecionadas. Figari (1996) propõe uma metodologia de avaliação para se compreender aquelas instituições que oferecem algum tipo de formação educativa e sugere a construção de um sistema de referências. Ao se considerar a pertinência das ideias de Figari, elaborou-se um referencial de avaliação para analisar as vivências de IIR, tendo como base os pressupostos de Fourez e os documentos curriculares federais mencionados. Considera-se que o instrumento contemplou os critérios e os indicadores fundamentais esperados da ACT e da formação cidadã. De acordo com a avaliação realizada, as vivências de IIR contribuem para promover a ACT nos estudantes, favorecendo, principalmente, o ensino contextualizado, o desenvolvimento de habilidades operacionais, como a criação de modelos, interpretação de contextos e realização de debates, a autonomia, a comunicação e o domínio de conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais.

**Palavras-chave:** Ilha Interdisciplinar de Racionalidade. Alfabetização Científica e Tecnológica. Referencialização.



## ABSTRACT

This research presents an evaluation of experiences on Interdisciplinary Island of Rationality (IIR), reported in dissertations on Education, Science and Mathematics. Their consonance with Fourez assumptions on the Scientific and Technological Literacy (ACT) and the proposals on social formation present in federal curriculum documents implemented on basic education, such as the *Leis de Diretrizes e Bases*, *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*, *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio* and *Base Nacional Comum Curricular* (draft) are analyzed. The research is characterized as documentary and descriptive, as for the analysis is carried out detailing the characteristics of IIR experiences reported in selected dissertations. Figari (1996) proposes an evaluation methodology to pinpoint those systems that offer some sort of educational training, and suggests the construction of a reference system. Considering the relevance of Figari's ideas, an evaluation framework was designed to assess the IIR experiences, based on the assumptions of Fourez and federal curriculum documents cited above. We considered that the instrument met the criteria and key indicators expected of the ACT process and civic education. According to the assessment the experiences of IIR help to promote ACT in students, favoring mainly a contextualized learning, the development of operational skills, such as creating models, interpretation of contexts, debates, autonomy, communication and command of scientific, technological and social knowledge.

**Keywords:** Interdisciplinary Island of Rationality. Scientific and technological literacy. Referencialization.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Matriz disciplinar e Matriz interdisciplinar.....	42
Figura 2 – Objetivos Gerais. ....	74
Figura 3 – Objetivos Pedagógicos.....	75
Figura 4 – Objetivos Operacionais.....	76
Figura 5 – Objetivos da ACT .....	77
Figura 6 – Esquema ICP.....	92
Figura 7 – Modelo ICP da IIR.....	96
Figura 8 – Construção da representação de um cubo e de um bloco retangular.....	173
Figura 9 – Resultados das vivências de IIR acerca da dimensão formação democrática .....	184
Figura 10 – Resultados das vivências de IIR acerca da dimensão formação social. ....	185
Figura 11 – Resultados das vivências de IIR acerca da dimensão formação modelizadora. ....	187





## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dissertações selecionadas para análise.....	104
Quadro 2 – Referencial de avaliação (Parte 1).....	108
Quadro 3 – A árvore das dimensões.....	110
Quadro 4 – Critérios de avaliação.....	112
Quadro 5 – Referencial de Avaliação (Parte 2).....	113
Quadro 6 – Instrumento de análise.....	116
Quadro 7 – Descrição da vivência de IIR da Dissertação 1. ....	123
Quadro 8 – Descrição da vivência de IIR1 e IIR2 - Dissertação 2.....	131
Quadro 9 – Descrição da vivência de IIR3 da Dissertação 2. ....	132
Quadro 10 – Descrição da vivência de IIR da Dissertação 3.....	147
Quadro 11 – Descrição da vivência de IIR da Dissertação 4.....	152
Quadro 12 – Descrição da vivência de IIR da Dissertação 5.....	158
Quadro 13 – Descrição da vivência de IIR da Dissertação 6.....	162
Quadro 14 – Descrição da vivência de IIR da Dissertação 7.....	167
Quadro 15– Descrição da vivência de IIR da Dissertação 8.....	170
Quadro 16 – Descrição da vivência de IIR da Dissertação 9.....	175
Quadro 17– Descrição da vivência de IIR da Dissertação 10.....	179



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ACT - Alfabetização Científica e Tecnológica  
BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações  
BNCC - Base Nacional Comum Curricular  
C&T - Ciência e Tecnologia  
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
CFM - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas  
DCNEM - Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio  
EM - Ensino Médio  
ICP - Induzido, Construído e Produzido  
IDEB – Índice de desenvolvimento da Educação Básica  
IIR - Ilha Interdisciplinar de Racionalidade  
LDB - Leis de Diretrizes e Bases  
MEC - Ministério da Educação  
NSTA - Associação Nacional de Professores de Ciências dos Estados Unidos  
PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio  
PPGECT - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica  
PISA - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes  
OCNEM - Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio  
UFFS – Universidade Federal da Fronteira Sul  
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina  
UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO 1. O ENSINO DE CIÊNCIAS E OS DOCUMENTOS CURRICULARES NACIONAIS.....</b>	<b>31</b>
1.1. O CONTEXTO EDUCACIONAL BRASILEIRO E O ENSINO DE CIÊNCIAS NOS DOCUMENTOS CURRICULARES NACIONAIS .....	31
1.2. INTERDISCIPLINARIDADE.....	39
1.3. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	44
1.4. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO.....	50
<b>CAPÍTULO 2. PRESSUPOSTOS DE GERÁRD FOUREZ ACERCA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA.....</b>	<b>53</b>
2.1. CONCEPÇÕES QUE FUNDAMENTAM A PROPOSTA DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DE GÉRARD FOUREZ .....	53
2.1.1. Alfabetização Científica e Tecnológica segundo a visão da Associação Nacional de Professores de Ciências dos Estados Unidos (NSTA).....	53
2.1.2. Concepção de Fourez acerca das Ciências.....	58
2.1.3. Concepção de Fourez acerca das Tecnologias .....	62
2.1.4. Algumas concepções de educação e ensino de Ciências e Tecnologias, segundo Gerárd Fourez.....	64
2.2. OBJETIVOS DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA .....	66
2.2.1. Objetivos gerais.....	68
2.2.2. Objetivos pedagógicos .....	70
2.2.3. Objetivos operacionais.....	72
2.2.4. O caráter democrático, social e modelizador dos objetivos da Alfabetização Científica e Tecnológica .....	73
2.3. FUNDAMENTOS DA ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE .....	78
2.4. ETAPAS DA METODOLOGIA DE ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE .....	79
2.5. PAPEL DO PROFESSOR NO DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA DE IIR.....	82
2.6. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO .....	85
<b>CAPÍTULO 3. AVALIAÇÃO VIA REFERENCIALIZAÇÃO E OS ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA .....</b>	<b>87</b>
3.1. AVALIAÇÃO .....	87

<b>3.1.1.</b>	<b>A noção de Dispositivo Educativo .....</b>	<b>89</b>
<b>3.1.2.</b>	<b>Dimensões de um dispositivo educativo: uma caracterização.....</b>	<b>90</b>
<b>3.1.3.</b>	<b>A metodologia de IIR como um dispositivo educativo.....</b>	<b>92</b>
3.2.	A REFERENCIALIZAÇÃO.....	96
3.3.	ETAPAS DA REFERENCIALIZAÇÃO .....	98
3.4.	FONTES DE DADOS .....	102
3.5.	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	105
3.6.	CONSTRUÇÃO DO REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO.....	106
3.7.	TABELA DE LEITURA: INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS .....	115
3.8.	ANÁLISE DE CONTEÚDO .....	120
3.9.	CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO .....	122

## **CAPÍTULO 4: AVALIAÇÃO DAS VIVÊNCIAS DE IIRDA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA .....123**

4.1.	DISSERTAÇÃO 1: AS ILHAS DE RACIONALIDADE NA PROMOÇÃO DOS OBJETIVOS DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TÉCNICA.....	123
<b>4.1.1.</b>	<b>Avaliação do relato da vivência da IIR da Dissertação 1 .....</b>	<b>124</b>
4.2.	DISSERTAÇÃO 2: DESAFIO DOCENTE: AS ILHAS DE RACIONALIDADE E SEUS ELEMENTOS INTERDISCIPLINARES .....	130
<b>4.2.1.</b>	<b>Avaliação do relato de vivência da IIR1 da Dissertação 2.....</b>	<b>133</b>
<b>4.2.2.</b>	<b>Avaliação do relato de vivência da IIR2 da Dissertação 2.....</b>	<b>139</b>
<b>4.2.3.</b>	<b>Avaliação do relato de vivência da IIR3 da Dissertação 2.....</b>	<b>144</b>
4.3.	DISSERTAÇÃO 3: DESAFIOS, POTENCIALIDADES E COMPROMISSOS DE UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA PARA A FORMAÇÃO CIDADÃ: PRÁTICA CTS CONSTRUÍDA A PARTIR DE UMA ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE SOBRE RECICLAGEM DE LIXO URBANO.....	146
<b>4.3.1.</b>	<b>Avaliação do relato de vivência da IIR da Dissertação 3.....</b>	<b>148</b>
4.4.	DISSERTAÇÃO 4: ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DO EDUCAR PELA PESQUISA NO ESTUDO DAS FONTES DE ENERGIA.....	152
<b>4.4.1.</b>	<b>Avaliação do relato de vivência da IIR da Dissertação 4.....</b>	<b>153</b>
4.5.	DISSERTAÇÃO 5: FÍSICA DOS BIODIGESTORES: CONTEXTUALIZANDO O ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS DO CURSO TÉCNICO AGRÍCOLA .....	158
<b>4.5.1.</b>	<b>Avaliação do relato de vivência da IIR da Dissertação 5.....</b>	<b>159</b>
4.6.	DISSERTAÇÃO 6: A ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE E A CONSTRUÇÃO DA AUTONOMIA NO ENSINO DA MATEMÁTICA.....	162
<b>4.6.1.</b>	<b>Avaliação do relato da vivência da IIR da Dissertação 6 .....</b>	<b>163</b>
4.7.	DISSERTAÇÃO 7: ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE: UMA PROPOSTA PARA O ESTUDO DA SEXUALIDADE HUMANA .....	166
<b>4.7.1.</b>	<b>Avaliação do relato da vivência da IIR da Dissertação 7 .....</b>	<b>168</b>

4.8.	DISSERTAÇÃO 8: ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE APLICADO AO ENSINO DE ÁREA E VOLUME NO ENSINO FUNDAMENTAL.....	170
<b>4.8.1.</b>	<b>Avaliação do relato da vivência da IIR da Dissertação 8.....</b>	<b>171</b>
4.9.	DISSERTAÇÃO 9: ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE: CONCEITO DE PROPORCIONALIDADE NA COMPREENSÃO DE INFORMAÇÕES CONTIDAS EM RÓTULOS ALIMENTÍCIOS.....	174
<b>4.9.1.</b>	<b>Avaliação do relato da vivência da IIR da Dissertação 9.....</b>	<b>176</b>
4.10.	DISSERTAÇÃO 10: ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE PROMOVENDO APRENDIZAGEM ATIVA .....	179
<b>4.10.1.</b>	<b>Avaliação do relato da vivência da IIR da Dissertação 10.....</b>	<b>180</b>
4.11.	AVALIAÇÃO GERAL DAS VIVÊNCIAS DE ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE .....	183
4.12.	CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO.....	188
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>191</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>195</b>
	<b>APÊNDICE A – Lista e resumo dos trabalhos selecionados para análise</b>	<b>205</b>
	<b>APÊNDICE B - Avaliação do relato de IIR - Dissertação 1.....</b>	<b>210</b>
	<b>APÊNDICE C - Avaliação do relato de IIR1- Dissertação 2.....</b>	<b>215</b>
	<b>APÊNDICE D - Avaliação do relato de IIR2- Dissertação 2.....</b>	<b>220</b>
	<b>APÊNDICE E - Avaliação do relato de IIR3 - Dissertação 2.....</b>	<b>225</b>
	<b>APÊNDICE F - Avaliação do relato de IIR- Dissertação 3 .....</b>	<b>230</b>
	<b>APÊNDICE G - Avaliação do relato de IIR - Dissertação 4 .....</b>	<b>235</b>
	<b>APÊNDICE H - Avaliação do relato de IIR - Dissertação 5 .....</b>	<b>240</b>
	<b>APÊNDICE I - Avaliação do relato da IIR - Dissertação 6.....</b>	<b>245</b>
	<b>APÊNDICE J - Avaliação do relato de IIR - Dissertação 7.....</b>	<b>250</b>
	<b>APÊNDICE K - Avaliação do relato de IIR - Dissertação 8 .....</b>	<b>255</b>
	<b>APÊNDICE L - Avaliação do relato de IIR - Dissertação 9.....</b>	<b>260</b>
	<b>APÊNDICE M - Avaliação do relato de IIR - Dissertação 10.....</b>	<b>265</b>





## INTRODUÇÃO

Inicia-se este trabalho apresentando as motivações que levaram a escrevê-lo. A principal delas reside no incômodo com a Educação Científica e Tecnológica levada a cabo no país, que, geralmente, valoriza o fornecimento de informações descontextualizadas sobre Ciências e Tecnologia (C&T) em detrimento da promoção de habilidades (autonomia, comunicação, domínio, habilidades procedimentais de elaboração de modelizações entre outras) para a atuação dos indivíduos em situações cotidianas relacionadas a essa área do conhecimento. O fornecimento de informações é importante para a formação científica, porém, os documentos curriculares nacionais, como o mais recente deles, a Base Nacional Comum Curricular (versão preliminar), orienta que os conhecimentos e informações sejam contextualizados antes de serem promovidas generalizações a abstrações (BRASIL, 2015).

Para o progresso da educação básica brasileira, os documentos curriculares nacionais, como: Leis de Diretrizes e Bases (LDB) (BRASIL, 1996); Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000); Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) (BRASIL, 2013) e Base Nacional Comum Curricular (versão preliminar) (BNCC) (BRASIL, 2015), dentro de uma expectativa, apontam para um ensino contextualizado e interdisciplinar voltado para a formação social e humana, na qual os indivíduos depois de formados tenham a competência de compreenderem e interpretarem fenômenos naturais, sociais, culturais para se posicionarem frente aos problemas práticos por meio de argumentações e decisões tomadas individual e coletivamente. Defende-se, neste trabalho, a transcendência do ensino que, geralmente, é ausente de um contexto e um sentido prático aos estudantes para um ensino de caráter contextualizado e preocupado com a formação de cidadãos capazes de atuarem responsabilmente na sociedade.

A segunda motivação está atrelada com o convencimento de colaborar na melhoria do Ensino de Ciências e Tecnologia. Sabe-se que não é com este trabalho que a Educação em Ciências atingirá os êxitos desejados, porém, aspira-se contribuir, ainda que de maneira limitada, para o aprimoramento dessa área da educação. Para isso, foi realizada, nesta pesquisa, uma leitura sobre a produção da área em Ensino de Ciências e Matemática (dissertações) que retratam o desenvolvimento de uma determinada metodologia de ensino, que será especificada a seguir, e apontadas suas principais contribuições acerca do processo de

Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). Vinculado a isso, foi construído e aplicado um instrumento para avaliar se os objetivos da ACT foram alcançados nessas vivências de sala de aula.

Além desses motivos, de ordem idiossincrática, há outro mais pragmático, porém, diretamente relacionado aos anteriores, e que se refere ao processo de ACT. Segundo a avaliação do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA- Programme for International Student Assessment) de 2006 e a pesquisa promovida pelo Instituto Abramundo em 2014, esse processo não vem sendo desenvolvido no Brasil com o sucesso esperado, resultando em lacunas na formação dos estudantes, como a falta de conhecimentos e habilidades para resolver problemas sobre C&T. A pesquisa realizada pelo Instituto Abramundo (2014), aponta que os indivíduos não são considerados proficientes em Ciências, já na avaliação do PISA (2006), 26% dos estudantes brasileiros não conseguem usar conhecimentos científicos em situações familiares e 34,4% apresentam um conhecimento em Ciência muito limitado, podendo ser aplicado em apenas algumas situações familiares. Isso é um problema grave para o nosso país! Tornar os indivíduos proficientes em C&T é fundamental para sociedade, pois, um país que promove boa formação científica e tecnológica aos seus estudantes, pode contar com a participação social e a produtividade que reflete na melhoria da qualidade de vida do seu povo.

Fourez (2005) e Milaré, Richetti e Pinho-Alves (2009) sugerem que as escolas propiciem meios que favoreçam a ACT, sob o argumento de que todos devem ter o mínimo de conhecimento científico e tecnológico para exercerem seu papel de cidadão diante da sociedade contemporânea. Alguns pesquisadores, como: Reid e Hodson (1987); Delizoicov e Angotti (1992); Jenkins (1999); Marco (2000); Fourez (2005) propõem e defendem um ensino que enseja a ACT, no qual os indivíduos têm a oportunidade de aprender C&T por meio de uma abordagem contextualizada, direcionada à formação social, consonante com documentos curriculares nacionais citados anteriormente.

Diante desse contexto, entre o interesse pessoal da pesquisadora, as propostas curriculares nacionais, o problema educacional brasileiro e as propostas de ensino pautadas na ACT é que esta pesquisa se insere. Nela, busca-se delimitar uma metodologia de ensino que se compromete com o processo de ACT e avaliar, por meio de relatos de vivências escolares, se está promovendo o que propõe teoricamente. Para o recorte da proposta didática, pauta-se em Fourez (2005), que sugere a metodologia denominada Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR).

Para a procura de relatos de vivências de IIR foi realizada uma revisão bibliográfica no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Localizamos pesquisadores e professores brasileiros que mediavam ou observavam o desenvolvimento de IIR, sendo que no decorrer dos trabalhos publicados as mediações eram relatadas. Esses relatos foram encontrados, exclusivamente, em dissertações. Diante disso, as dissertações foram selecionadas e analisadas cuidadosamente buscando-se a partir de uma referencial de avaliação, que será explicitado no capítulo três desta dissertação, indicativos de promoção da ACT e de formação social. A partir dessa análise, são apontadas algumas contribuições, potencialidades e limitações dessa metodologia.

A metodologia de IIR foi desenvolvida em decorrência do que Fourez, em 2003, descreve em trabalho de revisão, o que chamou de “Crise no ensino de Ciências”. Essa crise é fundamentada por problemas que estavam ocorrendo no ensino de Ciências na Bélgica e, de maneira geral, no mundo industrializado. Um desses problemas, apontado pelo autor, é o modelo de ensino disciplinar das escolas de nível médio, que é transmissivo, de racionalidade técnica, apresentando pouca ou nenhuma relação com os aspectos epistemológicos, históricos, sociais e tecnológicos. Nesse contexto, Fourez (2003) afirma que os estudantes estavam saindo da escola com dificuldades para enfrentar pressões advindas de questões cotidianas que envolvem C&T, por não as compreenderem.

Dentro da nova ótica que transcende ao ensino transmissivo e disciplinar, tem-se o ensino interdisciplinar, que remete a uma prática integradora, que implica na interação entre as diversas disciplinas e saberes cotidianos no intuito de construir representações de situações imersas em contextos precisos (FOUREZ; MAINGAIN; DUFOUR, 2002). Nessa perspectiva, Fourez (2005) propõe a metodologia de IIR que tem como objetivo promover nos estudantes uma consciência a fim de que possam compreender, de forma global, os fenômenos e as situações que envolvem C&T, e assim, atuar de maneira crítica e consciente perante circunstâncias reais da vida cotidiana. Em termos pedagógicos, a proposta busca mostrar “um método” para aprender um pensar semelhante ao dos adeptos da corrente de pensamento científico orientado por projetos e, em última instância, como todo indivíduo pensa para resolver problemas do dia a dia (PINHEIRO *et al.*, 2000). Fourez (2005; 2008) acredita ser possível que os indivíduos possam

utilizar esse método para resolver e negociar problemas encontrados na vida cotidiana, sejam científicos, tecnológicos ou não.

Dentre as pesquisas relacionadas à IIR encontradas no banco de teses e dissertações da CAPES e da BDTD: (MOHR (2002); BETTANIN (2003); SCHMITZ (2004); SOUSA (2007); MILARÉ (2008); PRESTES (2008); RICHETTI (2008); SCARPARI (2009); LUCCHESI (2009); LEONEL (2010); SANTOS (2010); IMHOF (2011); BERTOLI (2015); MORO (2015) e SIQUEIRA (2015) apenas uma delas (BETTANIN, 2003) apresentou como foco de pesquisa a avaliação da promoção da ACT, porém, apenas na perspectiva pedagógica relacionada às questões atitudinais. Com isso, acredita-se que há uma demanda acadêmica para investigações que tenham como foco avaliações de relatos de vivências de IIR acerca da ACT. Segundo Santos (2007a), “[...] um desafio dos estudos de alfabetização científica tem sido como medir o grau de alfabetização científica da população escolarizada. Isso vem sendo objeto de preocupação não só no Brasil como em outros países” (SANTOS, 2007a, p. 485). No Brasil, de maneira geral, pode-se dizer que as escolas têm avaliado muito mal seus estudantes, com exames que não envolvem aspectos básicos do que se espera da ACT (SANTOS, 2007a).

Diante dessa problemática, buscou-se apoio em Figari (1996) que propõe uma metodologia denominada referencialização, que consiste na construção de um referencial de avaliação para ser utilizado como instrumento de leitura sobre o que se pretende avaliar. No referencial de avaliação que foi construído pela autora desta pesquisa e que será exposto no capítulo três, busca-se apresentar os aspectos básicos do que se espera teoricamente da ACT e a partir disso realiza-se a avaliação das vivências de IIR. Na construção do referencial de avaliação são expressos critérios e indicadores importantes para o processo da ACT. Esse referencial, além de contribuir como um parâmetro de avaliação, também pode ser utilizado para pensar sobre objetivos a serem desenvolvidos em sala de aula durante o desenvolvimento da metodologia por apresentar características específicas e pontuais do que se espera dela. Neste contexto, além desta pesquisa propor uma leitura sobre as pesquisas da área de Ensino de Ciências e Matemática (dissertações) que envolvem a metodologia de IIR, também fornece um instrumento de avaliação que pode ser utilizado para avaliar IIR.

Mediante o exposto, problematiza-se: **As vivências da metodologia de IIR relatadas nas dissertações da área de Educação em Ciências e Matemática contribuem para promover os objetivos da ACT?**

Diante da problemática, a pesquisa tem como objetivo geral: **Avaliar se as vivências de IIR relatadas nas dissertações da área de Educação em Ciências e Matemática apresentam consonância com os pressupostos de Fourez acerca ACT e com as propostas de formação social presentes nos documentos curriculares federais da educação básica<sup>1</sup>.**

Para contemplar o problema e o objetivo geral, delimitam-se alguns objetivos específicos, sendo eles:

- i) Identificar no conjunto da produção acadêmica nacional em Educação em Ciências e Matemática (dissertações), aquelas que têm como foco a metodologia de IIR;
- ii) Construir um referencial de avaliação para analisar os objetivos da ACT em registros de vivências da metodologia de IIR;
- iii) Identificar os objetivos da ACT que tem sido priorizados e silenciados nos relatos de IIR;
- iv) Analisar os objetivos da ACT priorizados nos relatos de IIR com aqueles previstos por Fourez e pelos documentos oficiais.
- v) Apontar os êxitos e os limites encontrados.

As discussões acerca da problemática desta pesquisa encontram-se em uma estrutura textual composta de seções introdutórias, quatro capítulos, seções conclusivas, seção de referências bibliográficas e apêndice. A seguir, apresentam-se, de maneira geral, as discussões presentes em cada uma destas partes.

No primeiro capítulo, discute-se sobre as propostas curriculares federais da educação básica que orientam o ensino de Ciências brasileiro encontradas nos seguintes documentos: LDB (1996), PCNEM (2000), DCNEM (2013) e BNCC (2015-versão preliminar). Essas orientações incentivam um ensino interdisciplinar e contextualizado, com isso, aprofundam-se esses conceitos sob o olhar de alguns autores, como

---

<sup>1</sup> Durante todo esse trabalho, considere como documentos curriculares federais da educação básica os seguintes documentos: Leis de Diretrizes e Bases (LDB) (BRASIL, 1996); Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000); Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) (BRASIL, 2013) e Base Nacional Comum Curricular (versão preliminar) (BNCC) (BRASIL, 2015)

Fourez, Maingain e Dufour (2002); Lavaqui e Batista (2007); Santos (2007b) e Santomé (2008).

No segundo capítulo, elabora-se um apanhado das concepções de Gérard Fourez que fundamentam a proposta de ACT. Apresentam-se os objetivos da ACT e a proposta metodológica de IIR.

Na sequência aborda-se o referencial teórico e metodológico adotado para a realização da avaliação da promoção da ACT. Inicia-se o terceiro capítulo, com as concepções sobre avaliação defendidas por autores como Hadji (1994) e Figari (1996), apresenta-se a metodologia desenvolvida por Figari (1996), denominada “referencialização”, seguidos dos aspectos metodológicos adotados nesta pesquisa para avaliar as vivências de IIR, assim como a construção do referencial de avaliação.

O quarto capítulo é dedicado às descrições e avaliações das vivências de IIR. As avaliações são realizadas e expostas segundo o referencial de avaliação construído no capítulo três. Durante as descrições das avaliações, são apontados êxitos e limites das vivências de IIR em relação à ACT e feitas comparações entre os aspectos privilegiados durante o projeto com os pressupostos de Fourez (2005) e com documentos curriculares federais nacionais.

Na parte final do texto encontram-se as considerações finais sobre a pesquisa na qual são ressaltados os aspectos da avaliação que, para a autora, mais chamaram a atenção. Na sequência, encontram-se a seção de referências bibliográficas das produções científicas que subsidiaram a promoção deste estudo, seguida dos apêndices.

## **CAPÍTULO 1. O ENSINO DE CIÊNCIAS E OS DOCUMENTOS CURRICULARES NACIONAIS**

De acordo com Krasilchik (2000), conforme as Ciências e a Tecnologia foram sendo consideradas essenciais para o desenvolvimento econômico, político, cultural e social, o ensino de Ciências começou a ser reconhecido, sendo inclusive objeto de inúmeras reformas. O panorama histórico mundial e nacional influenciaram a construção de diferentes modelos de ensino, por exemplo, o modelo tradicional, modelo da redescoberta, modelo tecnicista, modelo construtivista e o modelo Ciência, Tecnologia e Sociedade (FAHL, 2003). Nos dias atuais, os documentos oficiais apontam para um modelo de ensino interdisciplinar e contextualizado, que busca integrar os conhecimentos científicos e tecnológicos com as realidades sociais, de modo que os estudantes possam compreender que há uma indissociabilidade entre eles. Com isso, o objetivo da educação é formar cidadãos com uma consciência social responsável. Além da formação social, os documentos curriculares nacionais apontam para uma formação pessoal, pois os indivíduos são considerados iguais como cidadãos, mas diferentes entre si. Dessa forma, a formação pessoal procura aproximar o indivíduo da cultura científica e tecnológica, para que possa apreciá-la de acordo com sua parcialidade.

Essas concepções de ensino encontradas nos documentos curriculares nacionais serão explicitadas no decorrer deste capítulo, assim como as de alguns autores que parecem ir ao encontro daquelas apontadas pelos documentos.

### **1.1. O CONTEXTO EDUCACIONAL BRASILEIRO E O ENSINO DE CIÊNCIAS NOS DOCUMENTOS CURRICULARES NACIONAIS**

Em pesquisa realizada por Charlot (2001), jovens brasileiros sustentaram opiniões de que a escola é um “ponto de encontro sem propósitos formativos” e um “lugar de convivência social”. No estudo, o pesquisador ressalta que os jovens não dão importância aos saberes ditos intelectuais, dizendo que: “Existe uma espécie de silêncio [...]. A importância da escola – ‘para a vida futura’, ‘para ser alguém’ – é reconhecida, mas chama a atenção que os jovens não tenham dado um destaque maior a esses conhecimentos especificamente escolares” (CHARLOT, 2001, p. 46).

Em um dos depoimentos a Charlot (2001), uma menina diz: “As coisas que aprendo na escola considero pouco importante, [...] pois não se usa em certos empregos, e, sim, só para se formar” (CHARLOT, 2001, p. 46). Nesse trecho, percebe-se uma desvalorização do conhecimento escolar, porém, esse discurso é carregado de significados. Segundo Charlot, “[...] talvez o pouco valor que os jovens conferem ao aprendizado de conteúdos escolares não seja resultante do seu “desinteresse”, e sim da sua dificuldade de encontrar um “sentido” para aquilo que os professores ensinam” (CHARLOT, 2001, p. 47).

A pesquisa em questão foi realizada em São Paulo, com estudantes da classe popular. Porém, entende-se que essa realidade pode ser transposta para outras regiões do país, pois frequentemente os estudantes questionam: “Porque temos que aprender isso (conteúdo)?” ou “Nós vamos usar isso aonde?”. E, em geral, as respostas não são muito diferentes de: “Vai precisar para o ano seguinte”; “Cai no vestibular” e “Vai cair na prova” (CORRÊA, 2013).

Ao direcionar o olhar para o ensino de Ciências, percebe-se que há muitas críticas relacionadas ao processo de ensino.

Alguns jovens brasileiros expressam opiniões negativas a respeito do estudo das Ciências da Natureza. São comuns as reclamações de que se trata de um ensino de conteúdos difíceis, muito distantes de seus interesses mais imediatos e que, na opinião de alguns, “não serve para nada” (BRASIL, 2014, p.6).

Além da dificuldade para compreender essa área do conhecimento por parte dos estudantes, por vezes, eles se sentem desmotivados a aprender, pois, como aponta Charlot (2001), esse ensino não oferece sentido. Diante desse problema, levanta-se a questão: como é possível oferecer um ensino que tenha sentido e seja relevante para os estudantes?

De acordo com Freire (1987), Charlot (2001) e Fourez (2005) esse sentido poderia ser encontrado, por exemplo, se o professor abordasse o conteúdo da disciplina articulando-o com as vivências concretas dos estudantes, de modo que estes pudessem agir sobre a sociedade. Além disso, é importante que os estudantes e professores estejam motivados nesse processo educacional, pois de nada adianta o ensino fornecer sentido se não houver engajamento por parte dos atores. Considerando que as C&T, muitas vezes, ditam e modificam o modo de



vida das pessoas, torna-se importante discutir como esses conhecimentos estão interferindo no processo civilizatório. É nesse sentido que documentos oficiais consideram pertinente uma abordagem pautada na contextualização, entre conhecimento e realidade social (BRASIL, 2014).

Lima *et al.* (2000) fazem críticas ao ensino de Química, cuja prática, na maioria das vezes, é descontextualizada, limitando-se apenas a cálculos matemáticos, memorização de fórmulas, nomenclaturas de compostos, sem valorizar os aspectos conceituais e as atividades que envolvem o aluno de forma ativa frente ao conhecimento. Os autores argumentam que esse modelo de ensino pode ser responsável pelo alto nível de rejeição do estudo dessa Ciência pelos estudantes, dificultando o processo de ensino-aprendizagem. Desta forma, ressaltam a necessidade de um ensino contextualizado que considere os conhecimentos prévios e as vivências cotidianas dos estudantes.

Neste trabalho, considera-se como cotidiano do estudante, não só a realidade da comunidade em que o indivíduo habita e suas práticas diárias, mas uma realidade de dimensão global, que integra a Tecnologia e as Ciências envolvidas em nosso mundo globalizado. Ao trabalhar em sala de aula apenas com questões pontuais, o professor pode correr o risco de censurar o indivíduo em sua pequena sociedade, sendo que o desejado é que eles entrem em confronto com os conflitos da sociedade e não fiquem a mercê de uma ideologia dominante.

Santos (2007b) propõe que o ensino contextualizado considere o fenômeno cotidiano e suas relações sociais, possibilitando uma “[...] reflexão crítica e interativa sobre situações reais e existenciais para os estudantes”, além de pretender o “[...] desenvolvimento de atitudes e valores aliados à capacidade de tomada de decisões responsáveis diante de situações reais” (SANTOS, 2007b, p. 5). Todavia, é preciso considerar que essa abordagem, por si só, não irá resolver os problemas da educação. A inclusão de assuntos cotidianos não garante que os estudantes aprenderão os conteúdos, tampouco que terão mais engajamento para seguir carreira científica. Porém, essa abordagem pode tornar os conteúdos socialmente mais relevantes (SANTOS, 2007b)

Para Santos (2007b), essa abordagem é dotada dos seguintes objetivos:

- 1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à Ciência e à Tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos

e de aspectos relativos à natureza da Ciência; e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em Ciências com problemas do cotidiano (SANTOS, 2007b, p. 5).

Fourez (1995, 2005) entende essa perspectiva de ensino em um sentido epistemológico, o qual pode ser compreendido pelo âmago de sua concepção sobre a construção das Ciências. Para ele, a Ciência é um empreendimento humano construído por homens e para homens, sendo histórico, socialmente localizado e com objetos bem definidos. Para tanto, defende que o ensino de Ciências favoreça a compreensão dos estudantes acerca dessa construção. Além disso, destaca a importância de os estudantes elaborarem representações<sup>2</sup> acerca de problemas inseridos em um contexto preciso, com vistas a adquirir uma autonomia a fim de que possam compreender e se posicionar diante de problemas científicos mais gerais (FOUREZ, 1995; FOUREZ; MAINGAIN; DUFOUR 2002; FOUREZ, 2005; RICARDO, 2003).

Entende-se, por meio das concepções expostas, que a contextualização é fundamental para o ensino de Ciências, pois mostra que os conteúdos não têm um fim em si mesmos, mas que apresentam relação com o mundo. Os estudantes ao tomarem consciência disso, poderão utilizar esses conhecimentos para compreender e participar mais ativamente na sociedade. Essa participação, além de implicar diretamente no desenvolvimento científico e tecnológico do país afeta outros setores como o econômico, político e social, podendo implicar na melhoria da qualidade de vida do povo.

Esse entendimento é reforçado quando os documentos oficiais, tais como as LDB (BRASIL, 1996), os PCNEM (BRASIL, 2000), as DCNEM (BRASIL, 2012) e a BNCC (BRASIL, 2015)<sup>3</sup>, trazem a contextualização como princípio organizativo do currículo para melhorar o cenário educacional, por facilitar o desenvolvimento de competências gerais e específicas junto aos estudantes (RICARDO,

---

<sup>2</sup> Entende-se como representação (ou modelização), uma representação conceitual de uma coisa, ou de uma situação real (ou suposta como real). Geralmente, a modelização é tida como a resposta de um problema, por esse motivo é elaborada a partir de uma questão definida. (PINHEIRO; PIETROCOLA; PINHO-ALVES, 2006).

<sup>3</sup> Versão preliminar. O documento preliminar da BNCC foi elaborado por professores da educação básica e das universidades, coordenadores pedagógicos e técnicos das secretarias de educação, municipais e estaduais. E atualmente está passando por consultas públicas.

2005; COSTA-BEBER; MALDANER, 2011; MOZENA; OSTERMANN; 2014; BERTI; FERNANDES, 2015).

A LDB (BRASIL, 1996), em termos de contextualização indica que a educação deve vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social. Nessa direção, ressalta que o Ensino Médio (EM) tem como finalidade:

I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos; II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores; III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática (BRASIL, 1996, p. 12).

Os PCNEM em vigor orientam que é preciso dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização. Estabelecem que a contextualização objetiva promover nos estudantes uma “[...] capacidade de compreender e intervir na realidade, numa perspectiva autônoma e desalienante” (BRASIL, 2000, p. 22). Ao propor essa abordagem, parte-se do pressuposto “[...] de que toda aprendizagem significativa implica em uma relação sujeito-objeto” e que para que isso ocorra, é desejável a promoção de situações didáticas que favoreçam essa relação (BRASIL, 2000, p. 22).

Assim como nos PCNEM, as DCNEM (BRASIL, 2012) orientam os professores a realizarem práticas educativas que buscam estabelecer a conexão entre sujeito-objeto. Entendem o currículo escolar como:

[...] uma proposta de ação educativa constituída pela seleção de conhecimentos construídos pela sociedade expressando-se por práticas escolares que se desdobram em torno de conhecimentos relevantes e pertinentes, permeadas pelas relações sociais, articulando vivências e saberes dos estudantes (BRASIL, 2012, p. 2).

Com isso, espera-se que o professor trabalhe com organizações didático-pedagógicas que favoreçam a articulação dos conhecimentos científicos e tecnológicos com as vivências e saberes dos estudantes. Objetiva-se dos estudantes que desenvolvam condições cognitivas, socioafetivas e uma identidade ligada a uma consciência de responsabilidade social perante o mundo (BRASIL, 2012). As DCNEM apresentam, como objetivo geral, uma formação integral dos estudantes, que implica em “[...] competência técnica e compromisso ético, que se revelam em uma atuação profissional pautada pelas transformações sociais, políticas e culturais necessárias à edificação de uma sociedade igualitária” (BRASIL, 2014a, 34). Para orientar essa formação, apresentam uma proposta de desenvolvimento curricular que busca integrar a educação, as dimensões do trabalho, as Ciências, a Tecnologia e a cultura por meio da contextualização, como já mencionado, e da interdisciplinaridade.

A BNCC traz a contextualização como um princípio norteador para as vivências didático-pedagógicas. Entende que um ensino contextualizado deve favorecer a compreensão dos estudantes acerca da conjuntura histórica, social, ambiental, ética e cultural das C&T. Defende também a necessidade de articular a contextualização com a interdisciplinaridade.

A interdisciplinaridade é um termo que vem sendo discutido na educação brasileira há anos por Japiassu (1976), Fazenda (1979) e Santomé (1998). No entanto, segundo Mozena e Ostermann (2014) ultimamente essa discussão começou a ganhar ênfase no país após a divulgação dos baixos Índices de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) para o Ensino Médio em 2011 (publicado em 2012), quando o Ministério da Educação (MEC) propôs uma reorganização curricular para esse nível de ensino. Essa reorganização propunha uma integração curricular por áreas do conhecimento. O novo “desenho curricular” foi proposto segundo o modelo do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), cuja proposta é interdisciplinar, uma vez que apresenta quatro áreas do conhecimento (Ciências Humanas, Ciências da Natureza, Linguagem e Matemática) em vez de treze disciplinas (MOZENA; OSTERMANN, 2014).

De acordo com o Art. 8 das DCNEM, os parágrafos 1 e 2 apontam que:

“§ 1º O currículo deve contemplar as **quatro áreas do conhecimento**, com **tratamento metodológico** que evidencie a **contextualização e**

**a interdisciplinaridade** ou outras formas de interação e articulação entre **diferentes campos de saberes específicos**”

“§ 2º A organização por áreas de conhecimento **não dilui nem exclui componentes curriculares com especificidades e saberes** próprios construídos e sistematizados, mas implica no **fortalecimento das relações entre eles e a sua contextualização** para apreensão e intervenção na realidade, requerendo planejamento e execução conjugados e cooperativos dos seus professores” (BRASIL, 2012, p. 3, grifos nosso).

As DCNEM estruturam as áreas de conhecimento em componentes curriculares, ou seja, as disciplinas de cada área. No segundo parágrafo, informa que as componentes não serão excluídas, nem diluídas, mas fortalecidas entre elas. A ideia de interdisciplinaridade presente nesse documento não é a de se opor às disciplinas, mas utilizar essa cooperação entre elas para desenvolver competências e habilidades.

Nesta mesma direção Delizoicov e Zanetic (1993) enfatizam que a interdisciplinaridade

[...] respeita a especificidade de cada área do conhecimento, isso é, a fragmentação necessária no diálogo inteligente com o mundo e cuja gênese encontra-se na evolução histórica do desenvolvimento do conhecimento. [...] Ao invés do professor polivalente, a interdisciplinaridade pressupõe a colaboração integrada de diferentes especialistas que trazem a sua contribuição para a análise de determinado tema (DELIZOICOV; ZANETIC, 1993, p. 13).

Essa ideia de interdisciplinaridade como integração e fortalecimento entre as disciplinas por meio da colaboração de diferentes especialistas é defendida neste trabalho. Acredita-se que a troca de conhecimentos de especialistas para resolver um determinado problema fornece suporte para a elaboração de uma representação fundamentada e consistente, que contempla uma compreensão global sem negar a necessidade de aprofundamentos disciplinares.

A divisão do currículo por áreas de conhecimento pode propiciar um ensino no qual os estudantes possam perceber que as

disciplinas/componentes curriculares da área são epistemologicamente semelhantes, mesmo que cada disciplina delimite um objeto particular de estudo. Quando se olha para as Ciências da Natureza, por exemplo, é possível que o professor oriente os estudantes a compreenderem como os conhecimentos da Física, da Química e da Biologia são construídos, e como cada uma apresenta um olhar distinto. Trazer aspectos disciplinares para a prática interdisciplinar é fundamental, pois proporciona aprofundar-se em determinados conhecimentos, evitando, assim, um ensino superficial. Trabalhar a interdisciplinaridade sem negar a disciplinaridade é a forma mais defendida pelos pesquisadores na área de ensino segundo Mozena e Ostermann (2014), uma vez que possibilita a exploração dos limites e das potencialidades disciplinares, além de iluminar as semelhanças entre as disciplinas e também suas diferenças.

Direcionar o estudante a desenvolver um olhar global acerca do conhecimento é fundamental, pois isso, dentre outros aspectos, auxilia na elevação do seu nível cognitivo, já que ele deixa de olhar para “caixinhas” de conhecimentos isolados e passa a ter uma visão mais ampla sobre o mundo. Além do aspecto cognitivo, o estudante, ao compreender que os conhecimentos integram o mundo, também se vê dentro desse mesmo mundo, que é complexo, assumindo, com isso, sua identidade enquanto cidadão. Por consequência, ao assumir-se como ser integrante do mundo, é possível que compreenda questões socioafetivas como, por exemplo, cooperação, solidariedade, motivação, respeito e ética, ou seja, humanização.

Para Mozena e Ostermann (2014), aparentemente o modelo de ensino interdisciplinar foi um tanto esquecido, sendo que os professores pouco falam dele. Mas há certa percepção que esse modelo busca ser implementado. Para a sua implementação, o MEC está investindo em políticas públicas, como a ampliação do Programa Ensino Médio Inovador (ProEmi)<sup>4</sup>, a reformulação dos livros didáticos<sup>5</sup>, universalização do ENEM<sup>6</sup> e o Pacto Nacional pelo Fortalecimento do

---

<sup>4</sup> O ProEmi trata-se de uma estratégia do Governo Federal para modificar a reestruturação curricular do EM. Seu objetivo é apoiar e fortalecer o desenvolvimento de propostas curriculares inovadoras nas escolas de EM, ampliando o tempo dos estudantes na escola e buscando garantir a formação integral com a inserção de atividades que tornem o currículo mais dinâmico.

<sup>5</sup> A nova reformulação do livro didático busca organiza-los de acordo com as áreas do conhecimento.

<sup>6</sup> Com a universalização do ENEM, é possível que as escolas trabalhem em uma nova perspectiva, visto que, geralmente, o discurso que justifica o ensino

Ensino Médio<sup>7</sup>. Diante da proposta do MEC, apresentam-se a seguir algumas concepções sob a ótica de autores como Fourez (2002), Santomé (1998), Batista e Salvi (2006) acerca do ensino interdisciplinar.

## 1.2. INTERDISCIPLINARIDADE

Lavaqui e Batista (2007) indicam que uma mudança extrema entre um currículo disciplinar para um interdisciplinar pode levar a uma série de dificuldades, tais como:

[...] choques epistemológicos disciplinares, concepções docentes e discentes diferenciadas a respeito da natureza da ciência e das práticas escolares, estrutura no espaço tempo escolar, dentre outros, que, inviabilizariam sua implementação efetiva célere (LAVAQUI; BATISTA, 2007, p.412).

É importante que haja uma conscientização entre os professores sobre a importância dessa perspectiva e de como ela pode ser trabalhada nas escolas, para que não se corra o risco de perder de vista os objetivos maiores do ensino de Ciências que, para Krasilchick (2000), são a aquisição do conhecimento científico e a compreensão e valorização das Ciências como um empreendimento social.

Essa nova perspectiva é, para muitos, justificada pela constatação de que o ensino disciplinar tem levado a impasses no que se refere à educação para a cidadania (PIETROCOLA; PINHO-ALVES; PINHEIRO, 2003). O currículo não favorece que os conhecimentos aprendidos em sala de aula sejam utilizados fora dela, pois estão fortemente marcados por idealizações, simplificações e restrições, que os tornam impotentes para lidarem com a complexidade do mundo (PIETROCOLA; PINHO-ALVES; PINHEIRO, 2003). Para Santomé

---

disciplinar é a forma do vestibular, baseado na memorização de conteúdos disciplinares.

<sup>7</sup> O Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio é um programa do Governo Federal que oferece formação complementar aos professores. O programa disponibiliza materiais didáticos para a formação, os quais são trabalhados em reuniões com cada grupo de professores das escolas, visando orientá-los sobre essa nova proposta curricular.

(1998), essa estrutura acaba por não propiciar a construção e a compreensão de nexos que possam permitir uma estruturação com base na realidade.

A disciplina, um conceito fundamental para entender a interdisciplinaridade, trata-se de uma delimitação do território de trabalho, onde se concentram pesquisas dentro de uma ótica particular da realidade (SANTOMÉ, 1998). Isso faz com que cada área do conhecimento ofereça uma imagem particular da realidade, dentro do ângulo de seu objetivo (SANTOMÉ, 1998).

A interdisciplinaridade é caracterizada por Piaget como sendo um “[...] segundo nível de associação entre disciplinas, em que a cooperação entre várias disciplinas provoca intercâmbios reais, isto é, exige verdadeira reciprocidade nos intercâmbios e, conseqüentemente, enriquecimentos mútuos” (PIAGET, 1979 *apud* SANTOMÉ, 1998, p. 70).

Para Santomé (1998), essa abordagem é “[...] fundamentalmente um processo e uma filosofia de trabalho que entra em ação na hora de enfrentar problemas e questões que preocupam em cada sociedade” (SANTOMÉ, 1998, p. 65). O autor defende que ela deva ocorrer por meio de construções de unidades didáticas integradas, referindo-se a uma forma de trabalho na qual participaria um número determinado de áreas do conhecimento que, por sua vez, elaborariam uma unidade didática em torno de uma situação problema. Em suma, haveria uma colaboração entre as diversas áreas para a resolução de um problema. O autor justifica essa forma de ensino por acreditar ser de relevância para os estudantes, pois favorece um olhar mais integral acerca do mundo, por se ater a questões cotidianas e conteúdos que estão entre as fronteiras disciplinares e também os que são objeto de estudo, na maioria das áreas específicas. Para ele, esse ensino incentiva a formação de pessoas criativas e inovadoras.

Batista e Salvi (2006) argumentam que trata-se de um diálogo entre os saberes e que possui um caráter de integração de conhecimentos científicos e não-científicos que se consideram separados. Ao integrar esses conhecimentos, o estudante tem a oportunidade de integrar o mundo científico e tecnológico ao “seu” mundo, ou seja, a aquele que ele tem mais domínio, o que pode refletir em uma melhoria na qualidade de vida.

As autoras propõem que a interdisciplinaridade deve preservar o domínio dos diferentes conteúdos de cada disciplina, “[...] promovendo uma reconciliação integrativa capaz de preparar o aluno para a interpretação e ação de/em sua realidade” (BATISTA; SALVI, 2006, p.



148). Reforçam também que essas práticas devem se inserir em momentos interdisciplinares no amplo ato de aprender e ensinar, e que esses momentos devem proporcionar uma educação científica, na qual o educando adquira competências para interpretar a complexidade do mundo atual (BATISTA; SALVI, 2006; LAVAQUI; BATISTA, 2007).

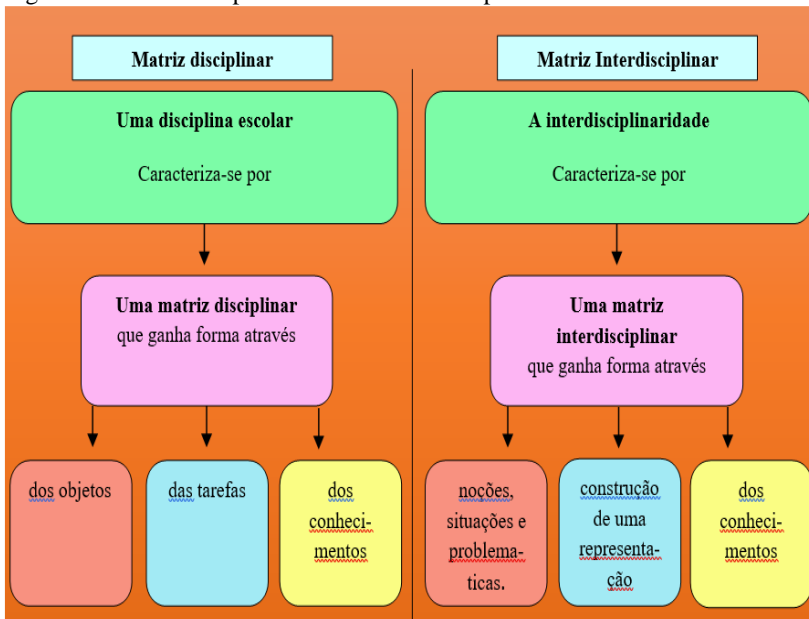
Para Fourez, Maingain e Dufour (2002), a interdisciplinaridade, no sentido estrito da palavra, é “[...] a utilização das disciplinas para a construção de uma representação de uma situação, sendo essa representação estruturada e organizada em função de projetos que se tem (ou problemas a resolver), no seu contexto preciso e para destinatários específicos” (FOUREZ; MAINGAIN; DUFOUR, 2002, p. 11). Trata-se de uma prática integradora, que implica na interação entre duas ou mais áreas de conhecimento em função de um contexto particular e de um projeto determinado com vistas a construir um modelo original em resposta ao problema (FOUREZ; MAINGAIN; DUFOUR, 2002). A representação ou modelização que se busca construir constitui-se na simplificação do real.

Esses autores esclarecem a diferença entre disciplinaridade e interdisciplinaridade. A primeira produz saberes organizados em torno de tradições de uma disciplina científica, enquanto a seguinte produz conhecimentos estruturados em função de uma situação precisa. Quando o sujeito depende de saberes em parcelas, como no primeiro caso, ele é induzido a uma “[...] visão redutora da complexidade e assiste-se a uma perda do sentido da globalidade” (FOUREZ; MAINGAIN; DUFOUR, 2002, p. 20). Diante do paradigma interdisciplinar, o sujeito “[...] exerce um olhar particular, que lhe permite observar e modelizar a interação entre os fatores, processos e domínios diversos” (FOUREZ; MAINGAIN; DUFOUR, 2002, p. 21). Esse paradigma baseia-se no fato de que certas situações não podem ser dominadas no quadro de um paradigma disciplinar, exigindo articulação e contribuições disciplinares. Nesse sentido, é possível realizar uma leitura integradora, sobre uma determinada realidade, por meio da construção de saberes. Os autores defendem a adoção desse paradigma ao justificar que, se vivemos em um regime democrático, é necessário que os cidadãos tenham uma compreensão global dos fenômenos, situações e decisões. Isso porque, a partir dessa compreensão, será possível apropriar-se de atitudes para exercer um papel diante da sociedade (FOUREZ; MAINGAIN; DUFOUR, 2002).

Fazendo um tratamento didático da interdisciplinaridade, Fourez, Maingain e Dufour, (2002) estabelecem uma matriz interdisciplinar, baseada nas ideias de Michael Delevay (1992 *apud* Fourez, Maingain e

Dufour, 2002), a qual integra saberes que o estudante necessita adquirir, os objetivos específicos a tratar e as tarefas que recomendadas a efetuar. Apresenta-se, na figura 1, o esquema proposto por Delevay da matriz disciplinar e a demonstração de Fourez, Maingain e Dufour (2002) acerca da matriz interdisciplinar.

Figura 1 - Matriz disciplinar e Matriz interdisciplinar



Fonte: Adaptado pela autora. Fourez, Mangain e Dufour, 2002, p. 53.

De acordo com a figura 1, nas práticas interdisciplinares, os objetos são noções, situações e problemáticas que excedem o campo disciplinar e exigem uma contribuição de diferentes disciplinas. A tarefa é a construção de uma representação interdisciplinar da noção, situação ou problemática. Os conhecimentos para construir uma representação interdisciplinar são: declarativos, processuais e condicionais. Esses termos colocados pelos autores sobre conhecimentos são oriundos das ideias de Tardif (1997 *apud* Fourez, Mangain e Dufour, 2002). Os conhecimentos declarativos são aqueles teóricos como, por exemplo, a representação atômica; os processuais são operacionais, destinados a realizar uma tarefa; os condicionais estão relacionados ao melhor momento de mobilizar um saber de acordo com o contexto.

Entre as concepções apresentadas sobre interdisciplinaridade, todas apresentam um caráter relacional, ou seja, buscam o estabelecimento de relações de integração, de complementaridade e de interconexão entre os saberes escolares, e até mesmo, com os saberes não escolares, como, por exemplo, as credences de uma determinada comunidade. Elas assumem uma perspectiva de contextualização, pois procuram trabalhar por meio de projetos e consideram a necessidade de formar cidadãos que possam interpretar o mundo em que vivem.

A visão de interdisciplinaridade como a cooperação entre as disciplinas é assumida neste trabalho, pois, conforme o exposto é uma maneira de se explorar as especificidades disciplinares sem negar a visão global (interdisciplinar) acerca de uma problemática.

De acordo com essa perspectiva, Thiessen (2008) afirma que:

Um processo educativo desenvolvido na perspectiva interdisciplinar possibilita o aprofundamento da compreensão da relação entre teoria e prática, contribui para uma formação mais crítica, criativa e responsável e coloca escola e educadores diante de novos desafios tanto no plano ontológico quanto no plano epistemológico. [...] Por certo as aprendizagens mais necessárias para estudantes e educadores, neste tempo de complexidade e inteligência interdisciplinar, sejam as de integrar o que foi dicotomizado, religar o que foi desconectado, problematizar o que foi dogmatizado e questionar o que foi imposto como verdade absoluta. Essas são possivelmente as maiores tarefas da escola nesse movimento (THIESEN, 2008, p. 550-551).

Para Thiessen (2008), o enfoque interdisciplinar faz a aproximação do sujeito com sua realidade mais ampla, permitindo um maior significado e sentido aos conteúdos de aprendizagem e uma formação mais consistente e comprometida. Nessa perspectiva de uma formação mais responsável, no próximo tópico aborda-se a Alfabetização Científica.

### 1.3. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

No Brasil, em 2014, foi realizada a primeira pesquisa<sup>8</sup> para medir o índice de letramento científico<sup>9</sup> dos brasileiros. Segundo os resultados, 79% da população possui um nível considerado intermediário de letramento científico. Destes 79%, 48% possui um letramento rudimentar, ou seja, revela ter domínio “[...] da habilidade de localizar informações em diversos formatos de texto, sendo capaz de reconhecer termos científicos simples, mas não demonstra dominar conhecimentos e habilidades necessárias para resolver problemas ou interpretar informações de natureza científica” (ABRAMUNDO, 2014, p. 10). O restante, 31% da população, apresenta um letramento científico básico, sendo capaz de utilizar informações científicas encontradas em textos e gráficos para resolver situações cotidianas, interpretar fenômenos naturais, resolver problemas cotidianos que envolvem conceitos básicos das Ciências, porém, não apresenta domínio de conceitos científicos necessários para resolver problemas ou interpretar fenômenos mais complexos. Em relação ao domínio proficiente em Ciências, apenas cinco, em cada 100 pessoas, são capazes de “[...] compreender a terminologia científica e aplicar conceitos das Ciências para interpretar a realidade que os cercam, para além de aplicações restritas ao cotidiano” (ABRAMUNDO, 2014, p. 10).

Resultados similares a essa pesquisa já haviam sido revelados em 2006 pela avaliação internacional realizada pelo Programa Internacional

---

<sup>8</sup> Essa pesquisa foi realizada pelo Instituto Abramundo, em parceria com o Instituto Paulo Montenegro, do Grupo IBOPE, e a ONG Ação Educativa. Para a sua realização, foram utilizados “[...] textos e situações cotidianas de modo a explorar de maneira significativa processos, fenômenos e evidências das ciências e da pesquisa científica para a construção de argumentos e, no limite, para a tomada de decisões” (ABRAMUNDO, 2014, p. 2). A pesquisa foi realizada com 2.002 casos, com uma população de 15 a 40 anos com, no mínimo, 4 anos de estudos, em 211 municípios que compõem as nove regiões metropolitanas brasileiras, além do Distrito Federal. Para mais informações sobre a pesquisa, conferir os seguintes sites:

<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2014/08/imagens/Indice-Letramento-Cientifico.pdf>

[http://brasil.elpais.com/brasil/2014/07/02/sociedad/1404319085\\_084315.html](http://brasil.elpais.com/brasil/2014/07/02/sociedad/1404319085_084315.html)

<sup>9</sup> O termo letramento científico corresponde ao que nos referimos neste trabalho como Alfabetização Científica.

de Avaliação de Estudantes (PISA)<sup>10</sup>. Segundo os dados desse programa, 60% dos estudantes não apresentam conhecimentos suficientes na área de Ciências para resolver problemas simples da vida cotidiana (WAISELFISZ, 2009). Dos 57 países participantes da avaliação, o Brasil ocupou o 54º lugar, sendo, então, considerado um dos países com o pior desempenho em Ciências (WAISELFISZ, 2009).

Para Waiselfisz (2009), existem vários fatores que justificam esse mau desempenho dos estudantes brasileiros, decorrentes do descumprimento das leis relativas à Educação, da formação inadequada dos professores, da alta rotatividade desses docentes nas instituições escolares públicas e da forma histórica de como o ensino de Ciências vem sendo desenvolvido sem grandes investimentos.

Os conhecimentos científicos e tecnológicos são fundamentais para o crescimento econômico de um país e para o desenvolvimento da sociedade. Uma sociedade capaz de gerar conhecimentos científicos e tecnológicos e educação de qualidade tende a atrair mais atividades econômicas, gerar mais receita fiscal e empregos, além de melhorar as condições de vida. Para tanto, a UNESCO (2005) argumenta que “[...] continuar aceitando que grande parte da população não receba formação científica e tecnológica de qualidade agravará as desigualdades do país e significará seu atraso econômico e político no mundo globalizado” (UNESCO, 2005, p. 3).

É importante ressaltar que, ao se impulsionar essa visão progressista das Ciências, é preciso ter em mente que esses conhecimentos podem gerar desigualdades sociais no país, e também entre os países, além de problemas ambientais, guerras, entre outros, a ponto de parecer um “regresso”. No entanto, não se pode desconsiderar que esses conhecimentos trazem benefícios para a vida humana. Muitos dos prejuízos causados pelas C&T estão relacionados, geralmente, à falta de ética dos indivíduos. É importante discutir nas escolas os conhecimentos científicos e tecnológicos juntamente com aspectos éticos, morais, sociais e históricos para favorecer que os estudantes

---

<sup>10</sup> PISA é um programa internacional de avaliação educacional organizado pela OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico), que visa avaliar o desempenho dos estudantes de 15 anos de idade para obter indicadores relativos aos sistemas educacionais dos países participantes. As avaliações do Pisa acontecem a cada três anos e abrangem três áreas do conhecimento – Leitura, Matemática e Ciências – havendo, a cada edição do programa, maior ênfase em cada uma dessas áreas. Em 2006 a maior ênfase foi em Ciências.

tomem nota das dimensões que esses conhecimentos assumem no mundo. Uma vez que haja indivíduos com esse olhar, ocorra, talvez, um desenvolvimento desses conhecimentos de forma mais humana e voltada para um interesse geral da população e não somente para poucos. Diante dessa situação, defende-se a democratização dos conhecimentos científicos (SANTOS; SCHNETZLER 1997; AULER; DELIZOICOV, 2001; UNESCO, 2005; FOUREZ, 2005; CACHAPUZ *et al.*, 2011).

Sendo assim, buscam-se encaminhamentos para que as pessoas possam compreender as Ciências. Com isso, assume-se que o ensino de Ciências tem como função permitir:

[...] ao aluno se apropriar da estrutura do conhecimento científico e de seu potencial explicativo e transformador, de modo que garanta uma visão abrangente, quer do processo quer daqueles produtos [...] que mais significativamente se mostrem relevantes e pertinentes para uma inclusão curricular. Essa estrutura [...] é que poderá possibilitar a abordagem científica dos fenômenos e situações, tanto no interior da escola como no seu exterior [...] (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007, p. 69).

Nesta direção, Santos e Schnetzler (1997) apontam que o ensino de Ciências deve ser utilizado para formar o cidadão, ou seja, para viabilizar a participação dos indivíduos na comunidade/sociedade, a fim de que as informações possam contribuir para que estes se posicionem quanto ao encaminhamento de soluções acerca dos problemas sociais que lhes afetam.

Além de um ensino de Ciências é preciso um ensino Tecnológico, já que os estudantes e as pessoas, de um modo geral, são afetadas de maneira mais direta pelo mundo tecnológico do que pelo científico (AIKENHEAD, 1994 *apud* BRASIL, 2014). Atualmente, “[...] a maioria das questões sociais estão, de alguma forma, relacionadas com a tecnologia e as consequências de seu uso irrefletido” (BRASIL, 2014, p. 26). O ensino tecnológico é pouco introduzido na educação brasileira e dificilmente se fala da sua natureza e da sua imprevisibilidade e dos riscos naturais e sociais que pode causar. Veraszto *et al.* (2009, p. 2) argumentam que “[...] falar em Educação Tecnológica implica relacionar, no contexto educativo, a Ciência, a Tecnologia e as profundas implicações sociais de ambas, com as possibilidades de um

trabalho social integrado e significativo para os estudantes”. Já para Silva *et al.* (2005), “[...] a Educação Tecnológica é capaz de proporcionar ao aluno uma avaliação crítica do impacto e das consequências dos processos tecnológicos diretamente no meio ambiente, fazendo-o comprometer-se com a natureza e com a sociedade no qual está inserido” (SILVA *et al.*, 2005, p. 2).

Frente à sociedade de consumo atual e à globalização no mundo, a ACT surge em virtude de as pessoas compreenderem C&T para que possam atuar como cidadãos capazes de ler, entender e expressar suas opiniões sobre assuntos de natureza científica e tecnológica (NIEZER; SILVEIRA; SAUER, 2012). Cachapuz *et al.* (2011) argumentam que esse processo é uma exigência urgente para a sociedade, por ser um fator essencial do desenvolvimento humano, de modo que a defendem como sendo necessária para todos os cidadãos. Muitos outros autores, aliás, discutem sobre ACT, entre eles Auler e Delizoicov (2001); Auler (2003); Fourez (2005); Reid e Hodson, (1993); Sasseron e Carvalho (2011) e Marco (2000).

Segundo Chassot (2011), a Alfabetização Científica é o conjunto de conhecimentos que deveriam facilitar aos humanos fazer uma leitura do mundo onde vivem. Defende que a Ciência é uma linguagem, sendo assim, ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza (CHASSOT, 2011). O autor argumenta também que é desejável que os indivíduos, além de terem uma leitura do mundo facilitada por meio dessa linguagem, deveriam compreender a necessidade do mundo, e transformá-lo em algo melhor. Para tanto, defende que o ensino de Ciências necessita tratar dos aspectos históricos, sociais, ambientais, políticos, econômicos e éticos a partir de uma abordagem interdisciplinar, que integre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CHASSOT, 2011).

Auler e Delizoicov (2001) apresentam em seu trabalho duas concepções de ACT, uma reducionista e outra ampliada. Na perspectiva reducionista, a ACT é reduzida apenas ao ensino de conceitos, já que trabalha os artefatos tecnológicos e científicos em uma dimensão apenas técnica e internalista. Na ACT ampliada, os conceitos são trabalhados de forma a compreender temas socialmente relevantes. Enfatiza-se a ACT na concepção ampliada, pois, segundo os autores, aproxima-se mais de uma concepção progressista de educação. Os autores se fundamentaram em Freire (1992) para elaborar a perspectiva de ACT ampliada. Nesta perspectiva a Alfabetização é muito mais que ler palavras, é realizar uma leitura do mundo. Para tanto, argumentam que a concepção freiriana “[...] deve incluir uma compreensão crítica sobre as interações

entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), dimensão fundamental para a ‘leitura do mundo contemporâneo’” (AULER; DELIZOICOV, 2001, p. 9). Em suma, corroboram enfatizando que a ACT deve propiciar uma leitura crítica do mundo contemporâneo, cuja dinâmica é seguidamente associada ao desenvolvimento das C&T. A leitura crítica mencionada trata de compreender as interações CTS com a dinâmica de produção, a apropriação de conhecimentos das C&T e a aquisição de conhecimentos úteis à vida.

Para Cachapuz *et al.* (2005), a educação científica e tecnológica sugere alguns objetivos básicos, como parte de uma educação geral. Com isso, os autores argumentam sobre a necessidade de um currículo básico para todos os estudantes. Marco (2000) apresenta certos elementos comuns entre as diversas propostas que geraram o movimento da alfabetização científica.

Alfabetização científica prática, que permita utilizar os conhecimentos na vida diária com o fim de melhorar as condições de vida, o conhecimento de nós mesmos etc; Alfabetização científica cívica, para que todas as pessoas possam intervir socialmente, com critério científico, em decisões políticas e Alfabetização científica cultural, relacionada com os níveis da natureza da Ciência, com o significado da Ciência e da tecnologia e suas incidências na configuração social (CACHAPUZ *et al.*, 2005, p. 20).

Reid e Hodson (1993 *apud* CACHAPUZ *et al.*, 2005) colocam que uma educação voltada para o processo de ACT básica deveria conter: i) “conhecimentos de Ciência”; ii) “aplicações do conhecimento científico”; iii) “saberes e técnicas da Ciência”; iv) “resolução de problemas”; v) “interação com a Tecnologia”; vi) “questões sócio-econômico-políticas e ético-morais na Ciência e na Tecnologia”; vii) “História e desenvolvimento de Ciência e Tecnologia” e viii) “estudo da natureza da Ciência e a prática científica”.

Sasseron e Carvalho (2011), por sua vez, apresentam uma revisão bibliográfica a respeito das diversas interpretações acerca do conceito de Alfabetização Científica, sugerindo o que chamam de Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica e Tecnológica, dimensões que abarcam diferentes interpretações e requisitos da ACT de uma forma mais ampla, de acordo com a revisão realizada. Esses eixos, resumidos a seguir, são:



i) **Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais:** relacionado aos aspectos da construção de conhecimentos científicos e suas aplicações no dia a dia ou em diversas situações. Esses aspectos são importantes para que as pessoas possam entender informações e situações encontradas na vida diária;

ii) **Compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circulam sua prática:** relativo à construção das Ciências e ao seu corpo de conhecimento, além de suas relações sociais de produção humana. Esse aspecto deve fazer com que os estudantes se tornem mais críticos e entendam que a Ciência está imersa em um contexto, e que este deve ser considerado antes da tomada de uma decisão;

iii) **Entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio ambiente:** trata-se do entrelaçamento entre essas diferentes esferas e da necessidade de compreender a aplicação dos saberes construídos pela Ciência. Esse eixo ressalta a importância de se compreender as aplicações do conhecimento construído, ao se considerar suas ações e consequências na sociedade como um todo.

Em suma, os autores apresentados defendem a necessidade de que todos os indivíduos possam ter o mínimo de conhecimento científico e tecnológico para poder exercer o papel de cidadãos. As interações CTS também são enfatizadas, juntamente com a necessidade de articular a C&T com questões éticas, sociais, políticas, históricas, epistemológicas, entre outras.

#### 1.4. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

De acordo com o exposto, o MEC sinaliza uma reformulação no ensino balizada na interdisciplinaridade e na contextualização. Diversos autores defendem essas perspectivas de ensino, como mostrado no decorrer do capítulo. Em relação à contextualização, consideram-na necessária para que o ensino torne-se mais motivador e relevante aos estudantes. Quanto à interdisciplinaridade, apontam-na como fundamental, pois auxilia que os estudantes integrem os conhecimentos das diversas áreas, possuindo uma visão mais global da realidade.

Em relação à proposta de ACT e às propostas do MEC, pode-se fazer aproximações entre elas, pois são ideologicamente fundamentadas na busca de uma formação para a cidadania. Além do caráter social, apresentam um direcionamento para uma formação pessoal, articulando os conhecimentos de C&T como parte da cultura do indivíduo. Essa articulação é importante, pois, como é sabido, o indivíduo é influenciado pela cultura, logo, influencia o mundo a partir dela; trata-se, assim, de uma questão evolucionista. O homem é uma construção social, de modo que uma pessoa que não apresenta uma determinada cultura é nela anulado como indivíduo. Em outras palavras, o indivíduo que não tem uma cultura científica e tecnológica, pouco contribuirá para essa área e pouco será construído a partir dela.

No viés político e econômico, as propostas (MEC e ACT) preconizam a necessidade de se instruir os indivíduos para que influenciem no progresso do país e, por conseguinte, no bem-estar da nação. Neste sentido, vinculam a conveniência da democratização aos conhecimentos de C&T. Essa perspectiva busca promover a redução das desigualdades tanto econômicas quanto sociais no país e entre os países. Outro aspecto defendido é a articulação da C&T com a questão ética, o que implica na consideração do outro em cada decisão e atitude de natureza pública ou particular, no intuito de que, ao se tomar uma decisão, esta não prejudique as gerações futuras e até mesmo as atuais. O que se pretende com isso é considerar os aspectos que causam malefícios para a sociedade, mas, principalmente, explorar as possibilidades benéficas que tanto as Ciências quanto a Tecnologia oferecem.

Consideram-se esses aspectos fundamentais para o Ensino de Ciências da sociedade atual por alguns motivos: o primeiro seria em decorrência do período histórico vivido atualmente, em que a maioria das pessoas quer usufruir igualmente dos benefícios gerados pelo

desenvolvimento das C&T. Insere-se nisso a democratização. Sabe-se que não é apenas com instrução e desenvolvimento científico que as pessoas utilizarão, de forma igualitária, tais benefícios. De acordo com Bunge (1980), o desenvolvimento de um país envolve o bom funcionamento de diferentes setores: o biológico, o econômico, o político e o cultural. Diante desses setores, é necessária uma “boa” administração baseada em normas éticas e altruístas para, assim, garantir os benefícios igualitários à sociedade, ou se não for possível, os mais justos.

Para corresponder às orientações de âmbito nacional encontrada nos documentos curriculares, defende-se neste trabalho o processo de Alfabetização Científica e Tecnológica, sugerido por Gerárd Fourez, e é nessa perspectiva que o capítulo a seguir é estruturado.



## **CAPÍTULO 2. PRESSUPOSTOS DE GERÁRD FOUREZ ACERCA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

No capítulo anterior foram assinaladas as propostas apresentadas pelo MEC em relação ao ensino de Ciências, concepções de diferentes autores em relação à interdisciplinaridade, contextualização, AC e ACT.

Neste capítulo, são apresentados alguns pressupostos da ACT para Gerárd Fourez e os fundamentos da metodologia de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), suas etapas e o papel do professor em seu desenvolvimento.

### **2.1. CONCEPÇÕES QUE FUNDAMENTAM A PROPOSTA DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DE GÉRARD FOUREZ**

Para Fourez (2005), a ACT trata-se de uma metáfora que se refere à alfabetização do século XIX, ou seja, essa expressão designa tipos de saberes, de capacidades e competências que correspondem à importância de saber ler e escrever no século XIX. Com isso, a ACT é necessária para que as pessoas possam inserir-se na sociedade contemporânea. Nesta direção, o autor argumenta sobre o fato de todos os indivíduos compreenderem e participarem das decisões que envolvem conhecimentos científicos e tecnológicos, ao defender, com isso, a democratização desses conhecimentos. Em sua concepção, o processo de ACT engloba um contexto que considera que a Ciência não é uma verdade com um fim em si mesma. Neste sentido, para ser alfabetizado científica e tecnologicamente, é preciso adquirir uma consciência que permita compreender *para que* e *em vista de que* as teorias e os modelos científicos foram inventados.

Discutem-se, a seguir, as concepções de Fourez (1995) acerca das Ciências, juntamente com os critérios estabelecidos pela National Science Teacher Association (NSTA), dos Estados Unidos, uma vez que fundamentam a proposta ACT.

#### **2.1.1. Alfabetização Científica e Tecnológica segundo a visão da Associação Nacional de Professores de Ciências dos Estados Unidos (NSTA)**

Fourez (2005) usa critérios utilizados pela NSTA para definir a ACT em uma declaração relativa à educação científica elaborada nos

anos 1980. A seguir, faz-se um resumo dos aspectos sugeridos pela NSTA juntamente com um resumo dos comentários de Fourez (2005). Segundo a NSTA, o indivíduo para ser alfabetizado científico e tecnologicamente precisa ser capaz de:

i) **Utilizar conceitos científicos e integrar valores e saberes para adotar decisões responsáveis na vida cotidiana:** objetivo ligado a uma formação cidadã, visando tomadas de decisões éticas e políticas sobre assuntos que envolvem C&T em situações cotidianas.

ii) **Compreender que a sociedade exerce um controle sobre as Ciências e as Tecnologias, e que estas imprimem sua marca sobre a sociedade:** muitos cidadãos reconhecem que as C&T produzem impactos sociais, porém, a recíproca também é verdadeira. Com isso, é necessário compreender que os conhecimentos científicos apresentam aspectos históricos e sociais, que são processos intelectuais construídos pela sociedade, e que, por isso, refletem os interesses de quem a constrói.

iii) **Compreender que a sociedade exerce um controle sobre as Ciências e as Tecnologias através das subvenções que ela lhes concede:** a Ciência e a Tecnologia exercem um papel fundamental nas questões culturais e econômicas. O estado e a sociedade civil exercem um papel de controle e do direcionamento nas investigações científicas e tecnológicas, por razões políticas e econômicas. Neste sentido, surge a necessidade de compreender como as questões econômicas, políticas e sociais interferem no fazer C&T.

iv) **Reconhecer tanto os limites como a utilidade das Ciências e das Tecnologias no progresso do bem-estar humano:** o desenvolvimento científico e tecnológico deve ser reconhecido pelos benefícios e malefícios que pode oferecer à sociedade. Neste contexto, torna-se necessário um ensino que favoreça aos estudantes desenvolver um senso crítico a fim de que sejam capazes de perceber os benefícios e os malefícios causados pelas inovações

científicas e tecnológicas e, na medida do possível, estabelecer julgamentos quanto a esse uso.

v) **Conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e ser capaz de aplicá-los:** critério que engloba um objetivo cultural e outro prático/instrumental. Cultural, pois, se uma pessoa não sabe, por exemplo, o que é um átomo, uma estrela, entre outras coisas, dificilmente pode ser considerada como plenamente integrada em nossa cultura. E prático/instrumental, pois se relaciona com a aplicação do conhecimento em situações cotidianas. Neste sentido, Fourez (2005) coloca que “[...] o que se deve focar em uma ACT, não é uma série de conhecimentos particulares precisos, mas um conjunto global que permita orientar nosso universo” (FOUREZ, 2005, p. 29).

vi) **Apreciar as Ciências e as Tecnologias pelo estímulo intelectual que promovem:** objetivo que pretende exceder a pura instrumentalidade da C&T e valorizar o prazer intelectual de adquirir conhecimentos; busca agregar um prazer estético pela C&T.

vii) **Compreender que a produção de saberes científicos depende, às vezes, de processos de pesquisa e de conceitos teóricos:** para ser alfabetizado científica e tecnologicamente é necessário ter em mente que as C&T são fenômenos sociais e históricos. O cultivo desses saberes não é “[...] puramente teórico ou teórico-experimental, envolve também seres humanos concretos, localizados dentro de instituições, em uma cultura e em uma história” (Fourez, 2005, p. 30).

viii) **Saber reconhecer a diferença entre resultados científicos e opiniões pessoais:** esta diferença está em compreender que existem opiniões pessoais, que são subjetivas, e proposições objetivas, próprias das Ciências. Essas proposições não se tratam de verdades absolutas, mas de uma construção elaborada e aceita por uma comunidade específica, a qual se encontra imersa em um conjunto próprio de práticas, regras e valores.

ix) **Reconhecer a origem da Ciência e compreender que o saber científico é provisório e está sujeito a mudanças de acordo com a acumulação de resultados:** critério que, segundo Fourez (2005), ressalta a necessidade de os estudantes compreenderem que a Ciência está sujeita a alterações, dependendo das interações históricas e sociais, e não apenas da acumulação dos conhecimentos. Diante disso, para promover a ACT, é preciso mostrar aos estudantes como essas interações ocorrem e como a Ciência gera modificações culturais na sociedade.

x) **Compreender as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas em sua utilização:** esta proposição pode ser entendida de duas maneiras: restrita ou ampla. A restrita refere-se a uma simples compreensão instrumental como, por exemplo, compreender como funciona um aparelho eletrônico e perceber em que momento é necessário tomar uma decisão para utilizá-lo. A maneira ampla busca compreender o sistema tecnológico e sua organização na sociedade. Assim, um indivíduo alfabetizado científica e tecnologicamente não se contentará em tirar apenas proveito de uma tecnologia, mas terá um comportamento inteligente frente às questões científicas e tecnológicas, implicando em uma visão crítica e humanística acerca delas.

xi) **Possuir saber e experiência suficientes para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico:** esta proposta pode ser vista de duas maneiras: uma cultural e humana, e outra, política. Em relação aos aspectos culturais e humanos, convida-se a compreender a C&T para poder apreciá-la. O aspecto seguinte busca apoiar as políticas que favorecem o desenvolvimento das C&T, ou seja, posicionar-se politicamente em relação às questões que envolvem esses conhecimentos.

xii) **Extrair de sua formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante:** objetivo que busca compreender as C&T e suas dimensões intelectuais, históricas, culturais e humanas para além dos aspectos apenas instrumentais e teóricos de dominação. Neste



sentido, no processo de ACT, é preciso propiciar meios que façam com que as C&T enriqueçam a visão de mundo dos estudantes. Para isso, esses conhecimentos devem ser estudados em relação com os projetos humanos que contribuem para a sua elaboração.

**xiii) Conhecer as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorrer a elas na tomada de uma decisão:** proposição que destaca três objetivos: o primeiro diz respeito ao conhecimento prático em utilizar fontes de informações úteis para resolver um problema, tais como livros, especialistas, entre outros. O segundo refere-se ao saber fazer, ou seja, saber selecionar e descartar as fontes de informação de acordo com o determinado projeto. O terceiro destaca o papel de criar o hábito de se realizar verdadeiras investigações para colocar em prática os dois recursos anteriores.

Por fim, Fourez (2005) propõe mais um critério, relacionado ao aspecto histórico da produção científica e tecnológica, pois pouco espaço se concede a esse aspecto na visão da NSTA. Neste contexto, para ser alfabetizado científica e tecnologicamente se faz necessário também:

**xiv) Ter uma compreensão da maneira em que as Ciências e as Tecnologias foram produzidas ao longo da história:** este critério busca novamente reforçar a necessidade de se compreender as dimensões culturais, econômicas e sociais que acompanham o desenvolvimento das C&T. O autor enfatiza que “[...] devemos duvidar de que seja alfabetizado científica e tecnologicamente aquela pessoa que não seja consciente da página da história da humanidade escrita por meio da produção das Ciências e das Tecnologias” (FOUREZ, 2005, p. 36).

Esses critérios foram desenvolvidos segundo a NSTA. No entanto, Fourez tece comentários acerca deles, corroborando suas propostas.

### 2.1.2. Concepção de Fourez acerca das Ciências

Fourez (1995)<sup>11</sup>, para expor sua concepção epistemológica sobre Ciências em seu livro, utiliza o método dialético, fazendo contraposições e reflexões sobre a concepção de Ciência no entendimento do senso comum. A concepção que a maioria das pessoas apresenta considera que o método científico se inicia a partir da observação fiel da realidade, prossegue para a formulação de leis, verificações experimentais e, por fim, se inserem as teorias que descrevem a realidade (FOUREZ, 1995).

No entendimento do senso comum, a observação fornece uma base segura da qual, provavelmente, se obtém o conhecimento científico, pois descreve as coisas tais como são. Fourez (1995) contrargumenta utilizando o seguinte exemplo: “[...] se digo que há uma folha de papel sobre a escrivaninha, só posso dizê-lo sob condições de já ter uma ideia do que seja uma folha de papel” (FOUREZ, 1995, p. 39). Assim, “[...] a observação não é puramente passiva, trata-se antes, de uma organização da visão”, segundo determinados interesses e noções já estabelecidas pelo indivíduo, para a construção de uma modelização teórica (FOUREZ, 1995, p. 40). Portanto, a observação é uma interpretação, uma integração da visão na representação teórica que se faz sobre determinada realidade. Essa interpretação está relacionada com noções e projetos de interesse (FOUREZ, 1995).

As observações compreendem elementos de interpretação e teoria, com isso, o ponto de partida para a construção das Ciências seriam proposições teóricas. Esse entendimento torna os conhecimentos científicos mais questionáveis do que quando se admite proposições empíricas, pois essa última, geralmente, por uma convenção prática ligada ao trabalho científico do momento, privilegiam-se os dados empíricos como não questionáveis (absolutos). As proposições teóricas, em geral, são apresentadas por cientistas, e estes, por sua vez, não são indivíduos neutros observando o mundo com base em nada, eles são participantes de um universo cultural e linguístico no qual inserem seus projetos. As proposições teóricas são condicionadas de acordo com a língua que habita como cultura (FOUREZ, 2005). No entanto, essas interpretações são construídas buscando certa objetividade. Segundo Fourez (1995), uma coisa é objetiva quando é comunicável entre as

---

<sup>11</sup> Para o levantamento da concepção epistemológica de Fourez sobre Ciências, utilizou-se o livro *Construção das Ciências: introdução à filosofia e à ética das Ciências*, de 1995 de sua autoria.

pessoas e quando possui um sentido dentro do universo em que se apresenta. Para alcançar a objetividade, não se pode descrever o mundo de forma subjetiva, é preciso inserir-se em uma instituição social, na qual se tenha uma visão admitida socialmente.

Para entender a objetividade ligada à sociedade, o autor coloca o seguinte exemplo, resumido a seguir: sobre a mesa há um giz verde, porém, considero-o vermelho, afinal, sou daltônico, então, estou fazendo uma observação “subjetiva”, pois estrutura minha visão conforme minha maneira individual de ver. Todavia, se digo que é verde, então, minha observação é “objetiva”, pois a estruturação está sendo mediada pelo sujeito e pela cultura partilhada (FOUREZ, 1995). Sendo assim, Fourez (1995) não acredita na possibilidade de se chegar a um conhecimento científico objetivo absoluto, mas sim, em um conhecimento socialmente instituído ligado ao trabalho científico. Sua construção dá-se a partir de conexões passivas e de acordo com uma racionalidade.

Quando se torna absoluto o conhecimento científico, desconsideram-se as relações humanas que o permeiam. Uma visão absolutista do conhecimento pode levar a sociedade a um regime tecnocrático, por meio da legitimação das decisões sociopolíticas ou éticas sobre raciocínios científicos.

Outro ponto a ser destacado no método científico é a adoção e a rejeição de modelos. Na compreensão do senso comum, com base na observação se “deduzem” ou se “descobrem” leis científicas (FOUREZ, 1995). Essas determinações resultam em um caráter absoluto de se chegar ao conhecimento. Fourez (1995) faz algumas críticas a esse posicionamento, quando afirma que, desde o primeiro momento em que se entra em contato com uma situação a ser observada, tem-se uma ideia de como representá-la e adota-se, assim, um modelo. Ao se fazer uso dele, verifica-se até que ponto funciona para explicar algo e quando não mais convêm, pode ser substituído por outros de maior serventia para os devidos fins.

O autor compara as representações com mapas geográficos, pelo fato de os mapas não serem cópias fiéis da realidade, mas uma maneira de poder se localizar. Os mapas, assim como as representações, são desenvolvidos de acordo com um projeto. Por exemplo, um mapa rodoviário não oferece as mesmas indicações que um mapa geológico, afinal, cada um foi desenvolvido segundo um projeto diferente. O projeto é quem determina como será feito o mapa, por consequência, ele não é neutro e nem absoluto. O projeto, frequentemente, possui um caráter prático, e, no caso dos mapas, o melhor deles será aquele que permite localizar-se prontamente.

De acordo com Fourez (1995), “[...] para ler bem um mapa, é preciso compreender de que maneiras os símbolos foram determinados” (FOUREZ, 1995, p. 68). Igualmente, para compreender os conceitos científicos, é preciso entender como foram construídos. Todo mapa tem um objetivo, busca comunicar a respeito de um determinado terreno. O mesmo acontece com os modelos científicos que busca comunicar ou explicar algo. A comunidade científica que conhece o modo de utilização dos modelos pode utilizá-los, servindo-se deles. É nessa direção que o processo de ACT é proposto pelo autor, ele compreende que é útil e necessário que os estudantes adquiram uma compreensão acerca da construção dos conhecimentos científicos e tecnológicos, para que assim possam compreendê-los de maneira contextualizada e utilizá-los para suas vivências.

Outro aspecto do método científico é a verificação e o falseamento das leis e teorias<sup>12</sup>. Conforme a concepção de senso comum acerca das Ciências, “[...] quando produzimos leis e teorias, devemos ‘verificá-las’ por meio da experiência” (FOUREZ, 1995, p. 69). A ideia mais comum sobre verificar um conhecimento científico pressupõe que, partindo de uma hipótese ou um modelo, efetuam-se experiências para ver se essa lei é verdadeira ou não. Primeiramente, o termo verdadeiro dessa visão é mal definido, pois, jamais se estará seguro de que uma experiência singular dará o mesmo resultado dos demais casos. Afinal, de acordo com o exemplo dado por Fourez (1995), mesmo que sejam feitas diversas experiências para testar a hipótese de que todos os corvos são negros, e que todas elas confirmem essa afirmação, nada impede que um dia seja encontrado um corvo branco. Ao que parece, sob essa ótica, não é possível chegar a um modelo “verdadeiro”.

Fourez (1995) diz que, para saber se uma experiência contradiz uma lei, é preciso uma decisão voluntarista. Entende que, quando se realiza uma verificação, isso é um pressuposto para que, caso a experiência não alcance os resultados esperados, o modelo examinado seja abandonado. Na prática, “[...] abandona-se um modelo (ou uma teoria, ou uma lei) por razões complexas que não são jamais inteiramente racionalizáveis” (FOUREZ, 1995, p. 70).

O autor destaca a comunidade científica como parte do método científico, pois, por meio de uma lógica pragmática e histórica, os cientistas tomam decisões sobre adotar ou rejeitar um modelo. Além disso, eles possuem peso suficiente dentro da sociedade, pelo fato de

---

<sup>12</sup> O autor chama de leis, modelos e teorias as representações que damos do mundo.

dominarem a linguagem técnica, recebendo, geralmente, apoio econômico, poder social e prestígio, o que, por sua vez, reflete no fazer Ciência (FOUREZ, 1995). Na visão mais difundida sobre Ciência, a comunidade científica não é tida como parte do método científico. Nesta concepção, a construção das Ciências é neutra, a-histórica, universal e com conhecimentos científicos absolutos, de modo que, nesse sentido, nega-se a influência humana como parte desse processo.

Na perspectiva do autor, Ciência refere-se a uma tecnologia intelectual, “[...] destinada a fornecer interpretações sobre o mundo que correspondam ao nosso projeto” (FOUREZ, 1995, p. 81). Ela constitui um sistema organizado, sendo composta por elementos materiais<sup>13</sup> e representacionais. Entendê-la como uma tecnologia intelectual é acreditar que ela pode resolver certo número de questões que lhe são colocadas.

Quando se fala em resolver problemas científicos é comum que as pessoas esperem uma “verdade”, ou seja, um conhecimento absoluto. Ao se falar de problemas tecnológicos, adota-se uma atitude diferente, pois se espera apenas encontrar um modelo adequado para a situação, que possa ser aperfeiçoado com o tempo. Exemplificando, segundo Fourez (1995), se for o caso de resolver problemas como a armazenagem de materiais radioativos, ninguém colocará a resolução como modo absoluto. Pensando nas Ciências, busca-se uma resolução absoluta para os problemas, como no caso do problema da atração dos corpos, ou da hereditariedade, que alguns cientistas colocam como resolvidos (FOUREZ, 1995).

Conforme visto, Fourez (1995), ao apresentar seu posicionamento crítico em relação à epistemologia das Ciências, direcionou-se para uma visão socioconstrutivista. De acordo com Fourez, Englebert-Lecompte e Mathy (1997), o socioconstrutivismo está relacionado com uma visão que considera as dimensões sociais da construção dos saberes. Fourez (1995), defende que a Ciência é feita por homens e para homens, em um esforço histórico e coletivo.

Em suma, o autor considera que existe uma comunidade científica responsável por fazer Ciência. Esta, por sua vez, utiliza-se de uma racionalidade, experimentos e interesses para a elaboração de modelos sobre os objetos que observa. Fourez (1995) conjectura a Ciência como uma tecnologia intelectual, que constrói modelos científicos para responder a situações específicas. Os cientistas buscam

---

<sup>13</sup> A materialidade da tecnologia intelectual são as bibliotecas, os laboratórios, as redes e as revistas e etc.

uma objetividade social para seus modelos científicos, uma institucionalização da representação dentro do universo em que estão inseridos, de modo a tornar as representações compreensíveis e aceitas pela maioria das pessoas.

### **2.1.3. Concepção de Fourez acerca das Tecnologias**

Fourez (2005) apresenta algumas razões possíveis para distinguir a Ciência da Tecnologia. Uma delas diz respeito aos objetivos que histórico e culturalmente foram destinados a cada uma, em que “[...] a Ciência enfocaria, principalmente, o conhecimento, e as tecnologias, a ação” (FOUREZ, 2005, p. 45). De acordo com um informe da UNESCO (s.d. *apud* FOUREZ, 2005), a Ciência se preocupa, essencialmente, em compreender os fenômenos, enquanto que a Tecnologia aborda, principalmente, soluções de problemas concretos. Outra razão está no método, ou seja, na maneira em que cada uma resolve seus problemas. No caso da primeira, são aplicados métodos de investigação científica, enquanto que, na segunda, são considerados outros fatores, como a estética, o custo e a segurança, além de saber se a tecnologia funciona. Com isso, a Tecnologia deve satisfazer a uma série de fatores externos, como as exigências do mercado, o custo, a eficácia, a cultura, os gostos estéticos, entre outros (FOUREZ, 2005).

A distinção entre C&T, utilizando as questões de objetivo e método, pode levar a problemáticas distintas. É adequado dizer que a Ciência é uma “pura” busca de “verdade”? A Ciência, assim como a Tecnologia, não busca inventar modelos que permitam controlar processos concretos? Nessa perspectiva, ambas apresentam como meta a busca de invenções e descobrimentos. Com isso, suas diferenças não seriam tão grandes.

Fourez (2005) ressalta também o caráter político e econômico por trás da construção desses dois conhecimentos. Na Ciência, a construção do conhecimento, para a comunidade científica, trata-se de inventar, de fato, representações de determinadas situações que permitam respondê-las de maneira adequada, fazendo com que os interesses políticos e econômicos sejam mascarados. Ao contrário dessa, na Tecnologia, geralmente, os artefatos tecnológicos são desenvolvidos para responder a interesses comerciais, sendo que esse caráter se sobressai.

Outro ponto que diferencia a Ciência da Tecnologia é a finalidade do discurso. As tecnologias, geralmente, apresentam finalidades claras, enquanto que os discursos científicos, não. De acordo com Fourez (2005), a maior diferença, no sentido epistemológico entre ambas, reside

no lugar de aplicação de cada uma, sendo o laboratório protegido pela simplificação, para uma, e a sociedade em sua complexidade, para outra. Pois, de maneira geral, ambas buscam um conhecimento ou representação para um lugar material e culturalmente situado. Nesta perspectiva, a Ciência está tão inclinada por uma finalidade e uma intencionalidade humana, tal como a Tecnologia, de modo que a Ciência pode ser considerada uma tecnologia intelectual, segundo Fourez (1995, 2005). A Ciência como tecnologia intelectual busca fornecer representações para o mundo segundo projetos específicos. Sua estrutura material é composta por bibliotecas, laboratórios e revistas. Como sistema intelectual, é determinada por organizações mentais compostas por paradigmas e rupturas epistemológicas.

No entanto, quando se pensa em alfabetizar científica e tecnologicamente, surge certa distinção histórica entre ambas, ligada a interesses. Primeiramente, devido às correntes do pensamento científico, que sustentam duas formas de Ciências, uma denominada Ciência Pura, disciplinar, e outra voltada a projetos. As puras apresentam um caráter aristocrático, sendo considerado o fundamento dos demais conhecimentos, por tratarem de conhecimentos disciplinares “puros”. Diante disso, surgiu a ideia de que a Tecnologia é apenas uma aplicação das Ciências. No entanto, a partir da escola construtivista, evidenciou-se que as verdades científicas não caem do céu, uma vez que são respostas humanas, emitidas por humanos e para humanos, frente a problemas momentâneos. Assim, tanto as Ciências quanto a Tecnologia são construções humanas, que buscam responder a projetos, porém, cada uma em um lugar diferente (FOUREZ, 2005).

Em relação à educação tecnológica, Fourez (2005) entende que não se deve ensinar apenas a construir um objeto, mas sim, permitir que os estudantes tenham uma visão ampla sobre a Tecnologia, de modo a correlacioná-la com o cotidiano. De acordo com ele:

Se trata de um trabalho intelectual de “modelização” em que se elabora uma modelização intelectual de uma situação, representação que se pode comunicar com outros, e que está ligada à capacidade de saber localizar (saber fazer) com referência a situações precisas. Esta aproximação deve atravessar rigorosamente o campo das ciências humanas, dos discursos ético-políticos e das ciências chamadas “duras” (FOUREZ, 2005, p. 142).

Outro ponto que o autor ressalta refere-se ao ensino tecnológico, o qual não deve ser reduzido às questões práticas, mas também deve passar pelo plano histórico e teórico, considerando os aspectos das Ciências naturais, Matemática, Ciências humanas, pressões científicas, tecnológicas, questões éticas, políticas, sociais, estéticas, econômicas, culturais, ecológicas e ideológicas (FOUREZ, 2005).

#### **2.1.4. Algumas concepções de educação e ensino de Ciências e Tecnologias, segundo Gerárd Fourez**

Para compreender como as concepções de Gerárd Fourez (1995, 2005) acerca de Ciência e Tecnologia implicam no ensino e, consequentemente, na proposta de ACT, é preciso entender como ele percebe a Educação. Para ele:

Numa sociedade, o sistema de educação tem por objetivo principal reproduzir o sistema dessa sociedade, sujeito a permitir e promover algumas modificações para evitar sua esclerose. Mesmo os sistemas de educação mais revolucionários reproduzem parcialmente a sociedade que a produz. O que não impede a escola de ser às vezes um motor importante de mudança (FOUREZ, 2008, p. 15).

Neste sentido, Fourez (2008) busca se precaver daqueles que acreditam que o sistema de Educação tem por finalidade primária a mudança da sociedade, pois, para ele, a escola tem como função a transmissão do passado às gerações futuras. Com isso, se alguém quer um futuro diferente do passado, a maneira de imaginá-lo é modelá-lo pelas ideias vindas do passado.

Pelo exposto, pergunta-se: Como as concepções de Fourez (1995, 2005) sobre C&T são levadas para a educação científica e tecnológica? De acordo com Fourez (2005, 2003) as Ciências e a Tecnologia interferem na sociedade, fazendo parte da cultura, gerando progresso e aumento de riqueza, e até mesmo problemas sociais, ambientais, entre outros. Com isso, o objetivo da escola é oferecer meios para que os estudantes compreendam a relação entre Ciências, Tecnologias e Sociedade, e entendam como as Ciências e a Tecnologia se reproduzem na sociedade em termos econômicos, políticos, epistemológicos, culturais e históricos. Desta forma, poderão tomar consciência da



repercussão desses conhecimentos ao longo da história e atuar como cidadãos no presente, promovendo modificações na sociedade, caso não estejam satisfeitos com a situação em que se encontram.

De acordo com Fourez (2008):

O objetivo da educação nos parece ser a autonomia social do educando, e não a execução de uma cópia conforme um modelo. É assim que se pode dizer que o fim da educação é sem fim... Em vista da autonomia do educando, parece-nos mais indicado favorecer uma descoberta pessoal e comunitária do mundo, que lhe faz tomar consciência do poder que se pode usar, ao invés de lhe dar soluções já feitas que o tornarão ao mesmo tempo dependente e centrado em si mesmo (FOUREZ, 2008, p. 40).

Ao relacionar esse objetivo com a Educação em Ciência e Tecnologia, é premente que os estudantes adquiram uma autonomia acerca desses conhecimentos para que possam agir sobre a sociedade. Segundo Fourez (2008), “[...] querer a autonomia do educando é querer que ele, num dado momento, diga sua palavra própria, faça ouvir sua própria voz, mesmo que não seja necessariamente idêntica à do professor” (FOUREZ, 2008, p. 41).

Após a discussão sobre o objetivo da educação, parte-se para o entendimento acerca do ensino. Para Fourez (2008, p. 26), “[...] a noção de representação é central no ensino”, uma vez que propõe representações do mundo. Ela pode ser pensada de maneiras diversas, como sendo encenação da realidade, substituto da realidade, reflexo da realidade e pré-concepção. Os professores precisam instruir os estudantes às diversas representações, seja do mundo da Física, da Química, da Biologia, etc. O autor distingue conhecimentos de habilidades, em que o primeiro indicaria as representações construídas pelos indivíduos para si, de “seu mundo”, e o segundo, as representações padronizadas de uma comunidade (como as representações da Química, Física, Biologia, etc.). Com isso, os conhecimentos são sempre pessoais, enquanto que as habilidades são instituições sociais, ou seja, construções socializadas. Sendo assim, a escola deveria formar pessoas para serem:

[...] competentes no manejo das representações que nos oferece nossa cultura. E fazer pesquisa consistiria em inventar representações adequadas

de nossas situações, confiáveis porque testadas e suficientemente padronizadas para que possam ser discutidas (FOUREZ, 2008, p. 26).

Para trabalhar com as representações no ensino, Fourez (1997, 2005), Englebert-Lecompte e Mathy (1997) propõem um Ensino de Ciências baseado no modelo de ensino interdisciplinar e contextualizado, como discutido anteriormente. Quanto a esse ensino, espera-se que os estudantes possam criar modelos para descrever um projeto contextualizado para determinados destinatários utilizando representações científicas socialmente construídas. O que, de certa forma, pode ser entendido como uma maneira de levar os estudantes a “construírem conhecimentos”.

## 2.2. OBJETIVOS DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Inicia-se este tópico com uma síntese das principais concepções de Gérard Fourez que expressam a ideia dos aspectos necessários para o processo da ACT. Essas concepções foram agrupadas em seis eixos pela pesquisadora:

i) **Compreender a lógica da construção das Ciências e da Tecnologia:** eixo destinado à compreensão da Ciência, que apresenta uma historicidade, interesses, finalidade e uma intencionalidade por se tratar de uma construção humana direcionada a responder projetos específicos. Em relação à Tecnologia, é indicado pesar esses aspectos e considerar o lugar em que cada uma é feita<sup>14</sup>. Essa dimensão busca preparar o indivíduo para que, ao se deparar com uma situação que envolve C&T, possa assumir um posicionamento crítico em relação a esta, levando em conta os aspectos epistemológicos que as permeiam. Além disso, o estudante, ao assumir que tanto as Ciências quanto a Tecnologia são construções humanas, passa a ver esses conhecimentos como possibilidade, e não mais como destino.

---

<sup>14</sup> Como discutido no tópico 2.1.3.

ii) **Compreender que conhecimentos científicos e tecnológicos produzidos afetam a sociedade e que a sociedade afeta o desenvolvimento científico e tecnológico:** eixo que diz respeito ao indivíduo considerar que o conhecimento científico e tecnológico afeta a cultura, a história, a vida em sociedade, a saúde humana, o meio ambiente, a situação econômica do país e a política. Ao compreender que esses conhecimentos interferem no mundo, é possível que tomem decisões mais conscientes, podendo, talvez, controlá-los. Outro aspecto é considerar que a sociedade afeta a construção desses conhecimentos por meio do interesse humano, seja ele político, social ou econômico.

iii) **Compreender os conhecimentos científicos e tecnológicos já institucionalizados para viver em sociedade:** eixo que engloba várias subdimensões de ordem prática, cultural, política, econômica, social e estética. A primeira diz respeito à competência em conhecimentos científicos e tecnológicos para saber lidar com situações práticas cotidianas como, por exemplo, trocar um resistor, saber ler os rótulos dos alimentos, ler manuais de eletrodomésticos, entre outros. A segunda trata-se da cultura, afinal, os conhecimentos científicos e tecnológicos fazem parte dela, com isso, convém entendê-los para que se possa estar, de fato, inserido no mundo. A terceira é de ordem política, para que o indivíduo possa apoiar iniciativas políticas que apoiem o desenvolvimento científico e tecnológico. A quarta trata-se do valor estético, para que as pessoas sejam capazes de apreciá-los. A quinta é social, para que possam interagir com a sociedade. A última, de ordem econômica, para que os países não sejam prejudicados economicamente. Nesse contexto, é importante que os estudantes saibam manejar os conhecimentos de C&T já institucionalizados para se inserirem no mundo em que vivem.

iv) **Ter compromisso social enquanto cidadão:** o indivíduo deve ter a responsabilidade enquanto cidadão para tomar decisões que possam corresponder às necessidades humanas no que diz respeito às Ciências e à

Tecnologia. Essas decisões devem seguir, principalmente, normas éticas e sociais.

v) **Ter habilidade e competência para construir uma representação:** o indivíduo deve saber construir representações sobre determinados problemas, considerando os eixos citados anteriormente. Para construir uma representação fazem-se necessárias algumas competências que englobam saber elaborar questões que necessitam de respostas para resolver o problema, saber quais conhecimentos aprofundar, saber onde procurar as informações necessárias, entre outros.

vi) **Se posicionar frente a um problema:** Na sociedade existem vários problemas relacionados às Ciências e à Tecnologia, nesse sentido é necessário que haja uma participação social frente a eles. No entanto, os cidadãos precisam atuar de maneira fundamentada, autônoma e crítica perante as situações diversas que envolvem C&T, para isso, as cinco dimensões anteriores voltam-se para esse ponto, fornecendo subsídios para isso.

Em 1994, Fourez sistematizou suas concepções ao elaborar os objetivos da ACT, os quais se dividem em objetivos gerais, pedagógicos e operacionais. Essa sistematização se encontra no livro *Alphabétisation scientifique et technique essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*<sup>15</sup>, publicado em 1994<sup>16</sup>. A seguir, discutem-se cada um desses objetivos.

### 2.2.1. Objetivos gerais

Os objetivos gerais orientam para as principais questões que as pessoas devem “saber”, ou pelo menos ter “noção”, sobre C&T, para participarem na sociedade e se constituírem de maneira pessoal (cultural). Esses objetivos estão ligados diretamente aos três primeiros eixos antes discutidos pela pesquisadora: compreender a lógica da

---

<sup>15</sup> Alfabetização Científica e Tecnológica acerca das finalidades do ensino de ciências.

<sup>16</sup> A primeira versão deste livro foi publicada em Bruxelas em 1994, no entanto para o desenvolvimento deste trabalho utiliza-se uma versão espanhola, publicada em 2005 em Buenos Aires.

construção das Ciências e da Tecnologia, compreender os conhecimentos científicos e tecnológicos já institucionalizados e que estes afetam a sociedade e que a sociedade os afetam.

Esses objetivos apresentam um caráter democrático, indicando a necessidade de todas as pessoas terem conhecimentos em C&T para que o sistema não se torne, cada vez mais, vulnerável à tecnocracia. Para justificar a necessidade de todos deterem esses conhecimentos, Fourez (2005) apresenta três objetivos, que são:

i) **Econômica e política**, pois sem a participação dos cidadãos<sup>17</sup> na cultura científica e tecnológica, os países podem ter sua economia prejudicada, considerando as relações entre o grau de instrução da população, aumento das riquezas e bem-estar social.

ii) **Social**, devido à necessidade de “[...] difundir conhecimentos à população para que as decisões possam ser suficientemente compreendidas e também controladas democraticamente” (FOUREZ, 2005, p. 23), diminuindo, assim, o sentimento de impotência diante das Ciências e das Tecnologias. Trata-se, com isso, de outorgar responsabilidades aos indivíduos em relação à sociedade, de modo a favorecer a autonomia para que eles possam participar como cidadãos.

iii) **Humanista**, para que cada ser humano possa conhecer e apropriar-se de parte da cultura científico-tecnológica de seu mundo, e comunicar-se com os demais acerca desse mundo com certa autonomia. Desse objetivo, emergem várias dimensões<sup>18</sup>:

---

<sup>17</sup>Por meio da leitura realizada das obras de Fourez, entendemos, neste trabalho, que ser cidadão é participar ativamente na sociedade em que vive, sendo, quando necessário, um agente de transformação. Articulando essa concepção com Ciência e Tecnologia, defende-se que é preciso ser alfabetizado científico e tecnologicamente para compreender ou atuar no mundo em situações que envolvem esses conhecimentos.

<sup>18</sup>No próximo capítulo serão abordadas as dimensões para a construção do referencial de avaliação. Vale ressaltar que o termo utilizado por Fourez (2005) está em outro contexto e refere-se aos “aspectos” inseridos no objetivo humanista.

- a. **Dimensão histórica:** trata-se de compreender como nasceram as Ciências e a Tecnologia na história humana.
- b. **Dimensão epistemológica:** refere-se ao processo de construção das Ciências na sociedade e como trabalham os cientistas.
- c. **Dimensão estética:** saber apreciar uma teoria ou uma máquina.
- d. **Dimensão corporal:** perceber o próprio corpo em relação com outros instrumentos como lugar inteligente de nossa presença humana.
- e. **Dimensão de comunicação:** trata-se de compreender as Ciências e a Tecnologia para elaborar uma visão de mundo mais ou menos compartilhada e comunicativa.

Tudo isso implica em um **debate ético**, “[...] na medida em que as Ciências e a Tecnologia oferecem uma representação da possibilidade de atuação” (FOUREZ, 2005, p. 24). A questão do debate ético é importante para que se possam tomar decisões considerando determinadas normativas, pois o indivíduo está interferindo no mundo, composto por muitas pessoas e setores, e não se podem tomar decisões sem qualquer respaldo moral e ético. Com isso, as normas para a tomada de decisão devem ser estipuladas pela sociedade e pela consciência moral do indivíduo. A questão aqui apresentada recairá nos próximos objetivos abordados, os pedagógicos.

### 2.2.2. Objetivos pedagógicos

Os objetivos pedagógicos apresentam um caráter social, voltados a promover, sobretudo, **atitudes** que levem os indivíduos a interagir com a sociedade em assuntos que envolvem C&T. Esses objetivos são autonomia, comunicação e domínio e estão relacionados com os seguintes eixos expostos inicialmente (seção 2.2, p. 51): ter compromisso social enquanto cidadão e se posicionar frente a um problema.

Para Fourez (2005), o indivíduo, para se posicionar perante uma situação, deve ter **autonomia**, **comunicação** e **domínio**, sendo estes atributos os principais objetivos pedagógicos:

- i. **Autonomia:** relacionada com a necessidade de o indivíduo assumir uma posição fundamentada frente às situações concretas, sem ficar dependendo totalmente dos conhecimentos de especialistas ou receitas prontas. Quando o indivíduo apresenta conhecimentos para se posicionar de maneira autônoma frente a determinadas situações, mantém uma interação com os especialistas mais igualitária, além de poder se comunicar com outras pessoas envolvidas nessa situação. Esse objetivo trata-se, principalmente, da componente pessoal do indivíduo.
- ii. **Comunicação:** para o indivíduo se posicionar frente a uma situação concreta, ele deve ter a capacidade de expressar suas ideias, utilizando adequadamente o domínio das palavras, conceitos e estruturas de representação, bem como organizar boas argumentações. Esse objetivo diz respeito à componente cultural, social e teórica.
- iii. **Domínio:** objetivo que implica no “saber-fazer” e no “poder-fazer”, considerando as possibilidades individuais e sociais, o domínio dos conhecimentos necessários e a responsabilidade. Refere-se ao indivíduo saber relacionar os conhecimentos com a situação-problema. Esse domínio pode ser observado pela coerência entre os conhecimentos expostos e as argumentações diante da situação enfrentada.

Nesse contexto, um indivíduo pode ser considerado alfabetizado científica e tecnologicamente:

[...] quando seus saberes lhe proporcionaram uma certa **autonomia** (possibilidade de **negociar** suas decisões frente às pressões naturais ou sociais), uma certa **capacidade de comunicação** (encontrar maneiras de se expressar), e um **certo domínio e responsabilidade**, frente a situações concretas (como o contágio, o processo de congelamento, um computador, um fax, um motor diesel, etc) (FOUREZ, 2005, p. 62).

A respeito dos objetivos pedagógicos, existe um ponto fundamental, a **negociação**, pois, para ocorrer socialização, faz-se necessário negociar com os pares. De acordo com Fourez (2005), a negociação está relacionada com a busca de soluções de uma determinada situação pelos indivíduos, em que estes aceitam ganhar ou perder em relação aos seus interesses iniciais. É necessário destacar que o processo de ACT “[...] não consiste apenas na materialidade das situações, mas também na vida afetiva, social, ética ou cultural” (FOUREZ, 2005, p. 62).

Até o momento, destacaram-se os objetivos gerais que justificam a necessidade da ACT e os objetivos pedagógicos que buscam retratar a questão atitudinal dos indivíduos. Já os próximos objetivos, os operacionais, tratam das habilidades que o indivíduo deve ter para tomar uma atitude frente a um problema.

### 2.2.3. Objetivos operacionais

Os objetivos operacionais referem-se aos aspectos necessários para se elaborar uma representação adequada. Esses objetivos se referem ao eixo: ter habilidade e competência para construir uma representação.

A primeira habilidade está relacionada com fazer **bom uso de especialistas**, profissionais qualificados em determinada área. O intuito é não deixar se enganar pelos especialistas, tampouco recorrer a eles de forma excessiva, mas buscar uma comunicação mais igualitária com esses profissionais, favorecendo a autonomia e diminuindo a dependência em um momento de decisão.

A segunda é a **capacidade de fazer bom uso de caixas-pretas**<sup>19</sup>. O indivíduo deve saber como e quando é necessário se aprofundar em determinado conhecimento, ou seja, abrir caixas-pretas para resolver situações ou por interesses culturais. O indivíduo deve **saber utilizar modelos simples**, isto é, ter a capacidade de construir modelos pertinentes a um determinado contexto e evitar sistemas complexos desnecessários à situação vivida. Saber utilizar modelos simples é importante na formação do pensamento científico.

Ser capaz de **utilizar e criar modelos interdisciplinares** é outra habilidade necessária na ACT. Trata-se de desenvolver a capacidade de enfrentar situações, considerando elementos como observações, conhecimentos das mais diversas áreas, aspectos econômicos, éticos e

---

<sup>19</sup> Caixa-preta refere-se a um objeto, uma situação ou uma noção teórica que se utiliza sem, necessariamente, ter conhecimentos mais profundos a respeito.



políticos, além da consulta a especialistas. É nesse contexto que o desenvolvimento de uma IIR está inserido, pois se trata de elaborar uma representação adequada frente a um projeto específico, considerando, para isso, os diversos conhecimentos.

Frequentemente, **analogias, metáforas e comparações** são utilizadas no Ensino de Ciências com o intuito de facilitar a compreensão dos estudantes e aproximar o conteúdo estudado de temas mais familiares a eles. Cabe, ao processo de ACT, ajudar os estudantes a compreender e usar corretamente essas formas de expressão. Outra capacidade relacionada à linguagem e à expressão é o **bom uso das interpretações**. É desejável que o indivíduo saiba transferir um problema de um contexto a outro e interpretar significados em diferentes momentos.

Na perspectiva da ACT não basta ter conhecimento, também é preciso desenvolver a capacidade de argumentar, negociar e utilizar os saberes na defesa de seu próprio posicionamento seja diante de uma situação, durante uma conversa ou em uma tomada de decisão. É necessário fazer o **bom uso da negociação e da articulação entre saberes e decisões, bem como fazer uso dos aspectos técnicos, éticos e políticos**, conforme a necessidade imposta pelas situações em que se vive. Os debates técnicos estão relacionados à escolha, como por exemplo, de um carro, de acordo com as diferentes tecnologias. O debate ético está em relacionado com as normas socialmente aceitas e morais do próprio indivíduo. Já o debate político se justifica pelas diferentes opiniões, pontos de vista e formas como se defende a organização de algo.

Fourez (2005) propõe que esses objetivos devam ser desenvolvidos na escola, de modo que, para isso, propõe a IIR, exposta a seguir. Antes de apresentá-la, discutem-se como esses objetivos estão relacionados uns com os outros.

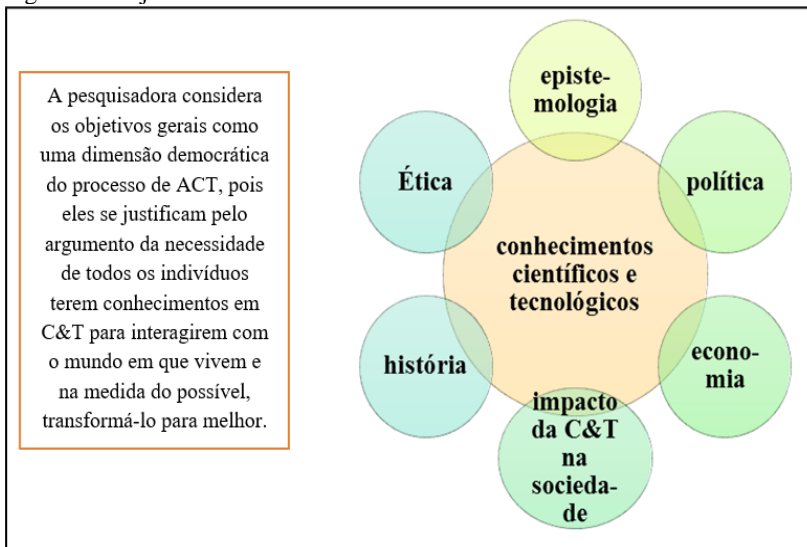
## **2.2.4. O caráter democrático, social e modelizador dos objetivos da Alfabetização Científica e Tecnológica**

Os objetivos gerais dizem respeito aos saberes acerca das C&T necessários a atingir. Vinculam-se a eles questões políticas, econômicas, epistemológicas, culturais, éticas e históricas. Nesses objetivos destaca-se a questão da formação social, com maior ênfase, quando são apresentadas as questões “sociais” e “políticas e econômica”, por apontar a necessidade de o indivíduo interagir na sociedade no que diz respeito a esses conhecimentos e a formação pessoal, quando aborda o

aspecto “humanista”, por abordar a importância cultural desse conhecimento para a vida pessoal. É importante ressaltar que não há uma delimitação específica para cada dimensão apontada pelo autor, no entanto, cada qual, parece enfatizar com maior grau que formação pretende.

Outro ponto que fundamenta estes objetivos é a concepção epistemológica de Fourez (1995, 2005), na qual as Ciências e a Tecnologia não são verdades absolutas, mas construções de representações elaboradas por humanos. Tomando isso como pressuposto, os debates públicos não param à “porta” do mundo físico e natural, ou seja, é o que é, como se a Ciência fosse uma verdade absoluta. Diante da concepção epistemológica defendida, convém que sejam feitas políticas de ação coletiva sobre a aplicação e o desenvolvimento desses conhecimentos na sociedade, com isso, o caráter democrático dos objetivos gerais. Representa-se na figura 2 como as C&T estão relacionadas com o aspecto humano.

Figura 2 - Objetivos Gerais.



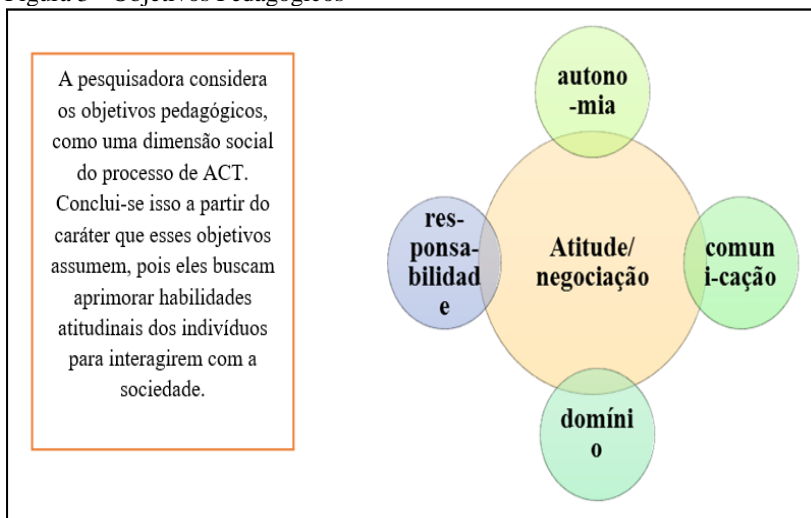
Fonte: Elaborado pela autora

Por meio da figura 2, observa-se que a base dos objetivos gerais é o conhecimento científico e tecnológico, porém compreender a C&T de maneira isolada acaba por descaracterizá-la, com isso a proposta de

compreender esses conhecimentos e suas relações com os diferentes aspectos que fundamentam as C&T, como por exemplo sua epistemologia e seus impactos na sociedade.

Fourez (2005) orienta que os estudantes debatam e posicionem-se em relação a situações que envolvam C&T. Para isso, são necessárias atitudes e negociações entre os pares, ou seja, a existência de uma relação social. No entanto, para que seja possível chegar a essa relação social é preciso desenvolver atributos como a comunicação, autonomia e domínio. Na figura 3 são representados os pontos principais dos objetivos pedagógicos, atitude e negociação, e ao redor os principais atributos considerados por Fourez (2005) para desenvolver atitude nos estudantes.

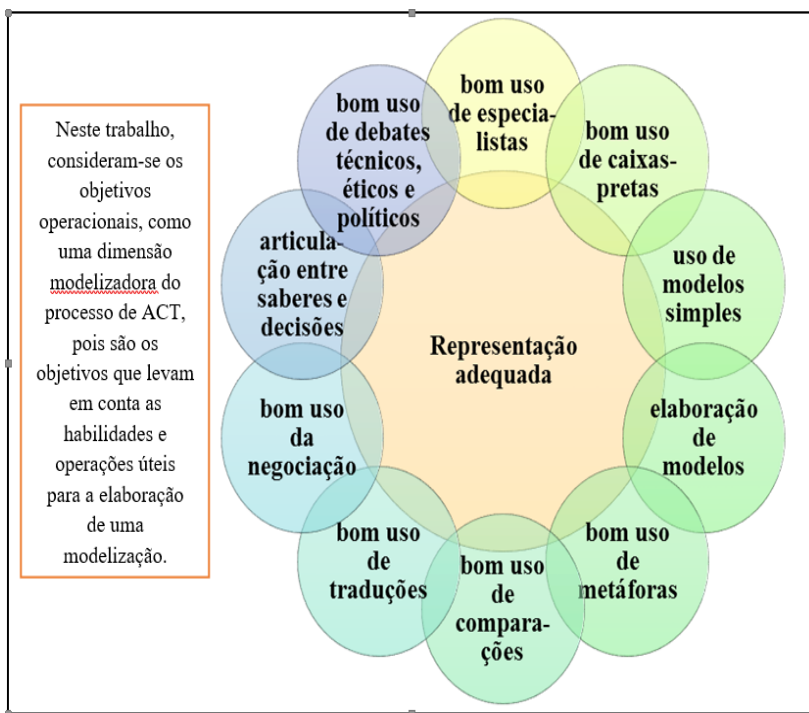
Figura 3 - Objetivos Pedagógicos



Fonte: Elaborado pela autora

Os objetivos operacionais apresentam um caráter modelizador, pois dizem respeito às principais habilidades necessárias para se desenvolver nos estudantes. Os objetivos operacionais são representados na figura 4.

Figura 4 - Objetivos Operacionais



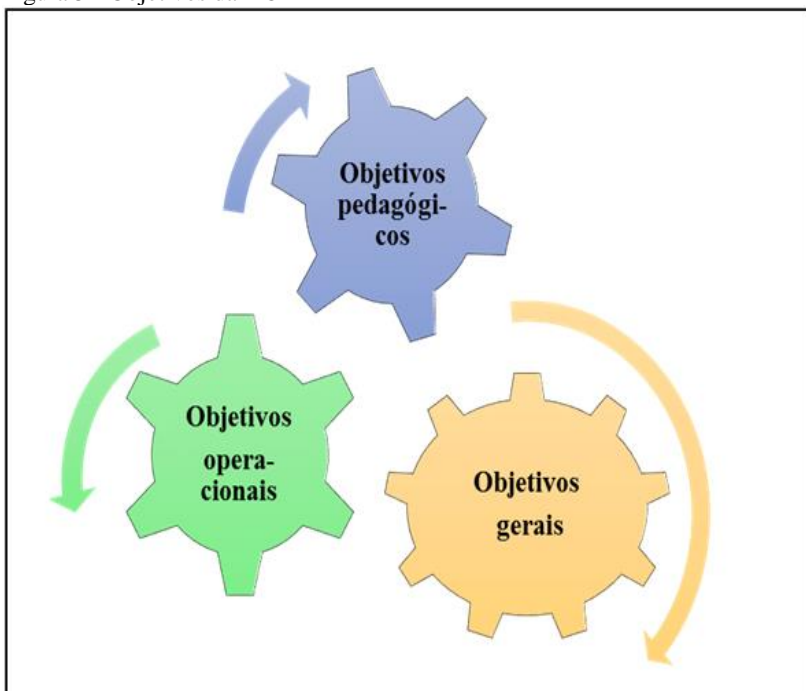
Fonte: Elaborado pela autora.

O ponto fundamental dos objetivos operacionais é a construção de uma representação. Para isso, Fourez (2005) aponta diversas operações fundamentais para construir uma representação adequada, sendo, algumas delas, elaborar modelos simples, fazer bom uso das caixas-pretas, consultar especialistas, utilizar metáforas e comparações, interpretar problemas de um contexto para outro e realizar debates técnicos, éticos e políticos.

Os objetivos gerais, pedagógicos e operacionais estão intrinsecamente ligados e se retroalimentam, afinal, os estudantes só terão condições de posicionar-se com autonomia, comunicação e domínio (objetivos pedagógicos) quando compreenderem a C&T e seus aspectos humanos (objetivos gerais) juntamente com as habilidades dispostas nos objetivos operacionais. Da mesma forma, nada adianta dominar os conhecimentos em Ciências e Tecnologia (objetivos gerais)

se um indivíduo não é capaz de elaborar uma representação (objetivos operacionais) e ter autonomia, comunicação e domínio (objetivos pedagógicos) para se posicionar diante da sociedade. Com isso, pode-se dizer que esses três objetivos se retroalimentam. A autora deste trabalho apresenta, por meio da figura 5, a interação entre os objetivos da ACT propostos por Fourez (2005).

Figura 5 - Objetivos da ACT



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a figura 5, pode-se dizer que é necessário para ser alfabetizado científico e tecnologicamente o desenvolvimento dos três objetivos propostos por Fourez (2005). Quando um desses objetivos não é enfatizado ou trabalhado, o processo de ACT não se dá por completo e por vezes limitam que os outros objetivos também sejam alcançados com o sucesso esperado, pois há uma interdependência entre eles. Para o desenvolvimento desses objetivos, Fourez (2005) propõe a metodologia de IIR, que será apresentada a seguir.

### 2.3. FUNDAMENTOS DA ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE

O termo Ilha Interdisciplinar de Racionalidade expressa a “[...] representação de uma situação realizada em função do projeto que se tem, do contexto e dos destinatários do que se terá construído” (FOUREZ, 2008, p. 210). A construção de IIR acontece já na infância, quando a criança cria representações para um problema. Geralmente, essas representações são interdisciplinares, pois, para elaborar uma representação adequada, raramente se utiliza apenas uma disciplina (FOUREZ, 2003; 2008).

Como metáfora, o termo Ilha relaciona-se com “[...] conhecimentos que emergem em um oceano de ignorância” (FOUREZ, 2005, p. 69). A Racionalidade é evocada “[...] no sentido de focalizar um modelo discutível, modificável, eventualmente mais fechado, em função de sua pertinência em relação ao projeto que o sustenta (e não em função de uma verdade abstrata e/ou geral)” (FOUREZ, p. 69-70). A interdisciplinaridade insere-se devido à necessidade de cruzar saberes de diversas disciplinas, e até mesmo os saberes cotidianos, para a construção da representação. A eficiência de uma IIR depende de sua capacidade em fornecer uma representação que contribua para a solução de um problema preciso.

Fourez (2005) argumenta que o ensino de Ciências deva ser feito utilizando diversas disciplinas e saberes cotidianos para a resolução de problemas. Com isso, propõe a metodologia de IIR, com vistas a promover a ACT. O autor também admite três tipos de IIR que podem ser trabalhados na escola, uma de caráter utilitário, organizado em torno de projetos, outra de caráter cultural, organizado em torno de uma noção e outra de caráter tecnológico, organizada em torno de uma tecnologia.

As IIR realizadas em torno de projetos são destinadas às situações práticas, como, por exemplo, utilizar um computador ou utilizar um alimento congelado. As IIR organizadas em torno de noções proporcionam uma representação multidisciplinar acerca de noções correntes da nossa cultura, como energia, ligação química, célula, entre outras. Em alguns casos, compreender algum conceito que esteja diretamente ligado a um projeto, enquanto que em outros, os conhecimentos aparecem mais como um enriquecimento cultural. Para Fourez (2005), como conceito já tem uma definição, não é preciso reinventá-lo, mas ensiná-lo. Nas IIR que se desenvolvem em torno de uma tecnologia os estudantes, a partir de uma situação-problema, apresentam a solução para ela por meio de um “sistema tecnológico”.

Fourez (2005) busca dois objetivos a partir de sua proposta metodológica: o primeiro seria ensinar a elaborar uma IIR para questões concretas, buscando desenvolver, principalmente, o pensamento interdisciplinar, a capacidade de reunir elementos de fontes diversas (observações, diferentes disciplinas, situações econômicas, especialistas diversos, decisões éticas e políticas, etc.), no intuito de construir modelos teóricos e habilidades com base em determinados conhecimentos científicos e tecnológicos. Esse objetivo centra-se em torno de uma criatividade teórica necessária para a invenção de modelos. O segundo objetivo busca proporcionar a interiorização de um número de IIR acerca de temas ou noções, na tentativa de aproximar os estudantes com as tradições da cultura científica e tecnológica.

Em suma, o autor propõe que seja feito em sala de aula o que mais as pessoas fazem na vida, ou seja, construir representações, propondo etapas para isso. Sugere que a mediação dos conhecimentos seja feita por meio de negociações, entre o estudante-estudante e o estudante-professor. Com essas mediações, pretende-se desenvolver a autonomia dos estudantes, e, a partir do momento em que o conhecimento é percebido por eles como uma maneira de construir sua autonomia, de comunicar-se com os outros e de participar da vida social, os conhecimentos tomam, ao mesmo tempo, sentido e finalidade (FOUREZ, 2008).

#### 2.4. ETAPAS DA METODOLOGIA DE ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE

A IIR está relacionada a uma situação-problema que pode ser elaborada pelo próprio professor. Sua produção deve ser percebida “[...] pelos alunos como um problema; adaptado ao nível de conhecimento dos alunos; suficientemente instigador para que os alunos sintam necessidade de abordá-lo; executável no intervalo de tempo disponível e passível de abordagens multidisciplinares” (PIETROCOLA; PINHO-ALVES; PINHEIRO, 2003, p. 147).

Para o desenvolvimento de uma IIR, é recomendado que o professor elabore um planejamento de ensino, reconhecendo a realidade dos estudantes, determinando os objetivos, selecionando e organizando os possíveis conteúdos a serem tratados, procedimentos e recursos, além de estabelecer o plano de ensino e os critérios de avaliação (SCHMITZ; PINHO-ALVES, 2004). Essa fase, em que a situação-problema e o planejamento são elaborados, é chamada de Etapa Zero, tendo sido proposta por Schmitz e Pinho-Alves (2004).

Para orientar o desenvolvimento da IIR, Fourez (2005) sugere as seguintes etapas:

i) **Elaboração de clichê da situação estudada:** trata-se de uma “tempestade de ideias” que ocorre após a apresentação da situação-problema. É quando os participantes elaboram questões sobre a situação, baseadas em suas hipóteses e ideias iniciais;

ii) **Panorama espontâneo:** etapa na qual se busca ampliar o contexto do clichê. Faz-se um levantamento dos fatores que podem estar relacionados com o desenvolvimento da IIR, como as pessoas envolvidas, as normas e as condições impostas pela situação, as posturas e tensões, as caixas-pretas, as bifurcações e as especialidades envolvidas com o tema;

iii) **Consulta aos especialistas e especialidades:** os especialistas considerados na etapa anterior são escolhidos e consultados conforme a necessidade. Essa consulta pode se dar por meio de palestras sobre o tema ou durante as aulas. É indicado que a explanação leve em conta as dúvidas e os pontos considerados importantes pela equipe. Nessa etapa, o tema é abordado sob o ponto de vista da especialidade consultada, trazendo novos conhecimentos aos estudantes;

iv) **Indo a campo:** trata-se do momento dedicado a visitas técnicas, realização de experimentos, pesquisas teóricas, entrevistas, entre outros, com o objetivo de articular aspectos teóricos com a prática;

v) **Abertura aprofundada de caixas pretas e busca de princípios disciplinares:** momento em que as caixas-pretas relacionadas às disciplinas específicas devem ser abertas. Isso pode ocorrer por meio das aulas;

vi) **Esquema global da situação estudada:** elabora-se uma síntese ou esquema geral da IIR. Pode ser feita por



meio de um resumo ou de figuras que representem o que foi realizado e as decisões tomadas até o momento;

vii) **Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas:** etapa na qual a autonomia do grupo se destaca. Trata-se de buscar conhecimentos, aprofundando-se em determinadas questões, sem a ajuda de especialistas da área; e

viii) **Síntese da IIR produzida:** elabora-se uma síntese da IIR, que pode ser feita oralmente ou por escrito, considerando a resposta à situação-problema e a criação de um produto final, que pode ser um texto, uma maquete, um relatório, um cartaz, etc. Essa etapa, geralmente, induz os estudantes a uma negociação e a um comprometimento por parte dos participantes do projeto, resultando na construção da Ilha de Racionalidade (IIR).

As etapas apresentadas orientam o trabalho em sala de aula, mas são adaptadas conforme cada contexto de desenvolvimento da IIR dependendo do tempo, das características e da participação do grupo envolvido.

A IIR utiliza estratégias fundamentadas nas intenções socioconstrutivistas. Além disso, apresenta estratégias como, por exemplo, a utilização de “[...] problemas do cotidiano como fio condutor ao trabalho de teorização, onde fica determinada uma transposição que não tem o conhecimento disciplinar como referência exclusiva” (PIETROCOLA; PINHO-ALVES; PINHEIRO, 2000, p. 138).

Neste sentido, proporciona que o aluno tenha um pensamento interdisciplinar, além de fornecer subsídios metodológicos acerca da construção de uma representação. De modo geral, a IIR busca favorecer o desenvolvimento da autonomia dos estudantes em relação à C&T e, principalmente, ao que concerne a formação social e pessoal. Neste contexto, vai ao encontro de algumas ideias defendidas por autores como Freire (1992); Santos; Schnetzler (1997); Santomé, (1998); Delizoicov (2001); Cajás (2001); Pietrocola; Pinho-Alves e Pinheiro (2003); Cachapuz, et al (2005); Santos (2007b) e Milaré, Richetti, Pinho-Alves (2009).

No entanto, apenas a metodologia de IIR favorecer o desenvolvimento dos objetivos da ACT não basta, é necessário que o professor oriente de forma adequada os estudantes para que se chegue à

ACT. Para fins de análise, apresenta-se a seguir alguns aspectos que, segundo a autora deste trabalho, considera-se como papel do professor no desenvolvimento de uma IIR.

## 2.5. PAPEL DO PROFESSOR NO DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA DE IIR

Durante uma aula sobre ACT, na disciplina de Didática das Ciências no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT-UFSC), em que a autora deste trabalho foi estudante, o professor da disciplina proferiu a seguinte frase: “O professor, para desenvolver a metodologia de IIR, proposta por Fourez, deve tirar o jaleco de especialista e colocar o jaleco de educador” (informação verbal). Essa frase descreve com acerto o papel do professor durante a vivência da IIR. Primeiramente, porque o professor, ao desenvolver uma proposta interdisciplinar, não pode influenciar o estudante com sua especialidade, pois pode correr o risco de fazer uma Ilha Disciplinar de Racionalidade, o que descaracterizaria a proposta de Fourez (2005). Segundo, que a partir do momento em que há a “troca do jaleco”, o professor se assume como educador, e o que faz um educador? Educa! Educar vem do latim *educare*, ligado a *educere*, verbo composto do prefixo *ex* (fora) + *ducere* (conduzir, levar), e significa, literalmente, “conduzir para fora”<sup>20</sup>. Em outras palavras, conduzir o estudante para o mundo.

A proposta de Fourez é justamente esta: conduzir o estudante para que possa atuar no mundo de maneira autônoma, dando, portanto, voz ao estudante quando chega à escola. Porém, em determinados momentos, é preciso o professor colocar novamente o jaleco de especialista em Ciências para fazer aprofundamentos disciplinares. O professor deve agir em conformidade com a proposta de Fourez (2005), principalmente em termos epistemológicos, pois dificilmente promoverá a ACT nos estudantes conduzindo-os a perceber as Ciências e a Tecnologia como neutras e fundamentadas por verdades absolutas. Outro ponto importante é não seguir uma perspectiva autoritária, dogmática e diretiva, pois, dessa forma, acabará por bloquear o desenvolvimento da autonomia do estudante.

Existe outro aspecto que precisa estar claro para o professor ao desenvolver uma IIR: a ajuda para a apropriação do conhecimento. Esse

---

<sup>20</sup> Informação retirada do Dicionário Etimológico, disponível em: [www.dicionarioetimologico.com.br](http://www.dicionarioetimologico.com.br).

conceito foi retirado de um trabalho elaborado por Custódio *et al* (2013), e diz respeito ao processo de orientação e organização didático-pedagógica para a construção de conhecimentos novos. Nesse contexto, o professor precisa auxiliar os estudantes a adquirirem um conhecimento novo por meio de estratégias didáticas, pois o tempo didático geralmente é curto para a geração de conflitos e reflexões acerca de um novo conhecimento e acaba por não permitir que os alunos superem individualmente todas as suas dúvidas, exigindo que o professor ajude-os no trabalho de orientação e sistematização. Além desse aspecto apontado por Custódio *et al* (2013), para o contexto de IIR, também é necessária uma ajuda para a apropriação de um pensamento de caráter interdisciplinar para a elaboração de representações. Pois a IIR tem como um dos principais objetivos oferecer um modelo que permita aos indivíduos elaborarem representações de maneira autônoma para as situações encontradas no dia a dia, além é claro, de favorecer que eles se apropriem de conhecimentos científicos que fazem parte da nossa cultura. Um dos objetivos enfatizados por Fourez (2005, 2008) a ser desenvolvido nos estudantes é a autonomia, para isso cabe ao professor permitir que os estudantes sejam autônomos no desenvolvimento da IIR, não interferindo nesse processo. Quando o professor interfere na produção da representação da IIR é possível que seja construída a IIR do professor e não do aluno e, nesse caso, não se atinge o objetivo principal, o de formar cidadãos autônomos. Para o desenvolvimento de um pensamento que permita que os indivíduos elaborem representações, é indicado que o professor esclareça as etapas da IIR e oriente para a utilização de conhecimento de diversas áreas para resolver o problema determinado. A metodologia de IIR, por ser similar ao processo comum que todo indivíduo utiliza para resolver um problema, orienta a resolução de problemas cotidianos.

Diante do exposto, para desenvolver a metodologia da IIR, de modo que os objetivos da ACT sejam promovidos, cabe ao professor: orientar os estudantes a desenvolver os objetivos da ACT; fornecer uma situação problematizadora adequada para promover conflitos cognitivos entre os estudantes e que estes se sintam obrigados a recorrer a conceitos científicos e tecnológicos para responder a determinado problema; não elaborar uma situação muito artificial, pois, em uma situação demasiadamente artificial, os estudantes poderão não estabelecer uma representação compromissada; planejar o desenvolvimento das aulas, com vistas à ACT; e planejar o desenvolvimento das aulas considerando os seguintes aspectos:

(a) determinar a periodicidade de apresentação dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos; (b) a quantidade de aulas destinadas para desenvolver a IR; (c) como será feita a avaliação; (d) ver a possibilidade de permitir que os alunos escolham a forma de trabalho – em pequenos grupos ou em um grande grupo; (e) como será feita a distribuição das tarefas ou (f) ajudar a determinar alguns elementos da situação-problema (SCHMITZ; PINHO-ALVES, 2004, p. 7).

Além disso, é sugerido para o professor: encaminhar a proposta de maneira interdisciplinar; instigar os alunos a resolver o problema proposto; favorecer leituras, investigações e questionamentos; aconselhar; apresentar exigências; avaliar de maneira constante; permitir que os estudantes sejam autônomos durante as atividades; favorecer a negociação aluno-aluno e aluno-professor; oferecer uma orientação tateante de maneira indireta; ser especialista quando necessário; indagar os estudantes quando necessário, principalmente em termos científicos e tecnológicos, assim como sua epistemologia; levantar críticas a respeito do posicionamento dos estudantes; provocar momentos de explicações; provocar momentos para estruturar os conhecimentos; controlar frustrações; favorecer momentos para que haja conflitos cognitivos; promover discussões abertas e autênticas com os estudantes, estimulando-os a levantar questões; proporcionar momentos de debates éticos e políticos; favorecer que construam uma representação adequada; monitorar o crescimento cognitivo dos estudantes; auxiliá-los a tomar consciência das modificações que ocorrem ao longo de seus processos de aprendizagem; favorecer o trabalho em equipe, para que haja a interação aluno-aluno; favorecer discussões disciplinares para que a proposta não fique em um superficialismo ou relativismo ingênuo; ter um bom conhecimento sobre o projeto, pois, quanto mais conhecimento de causa, mais questões e bifurcações poderão orientar os estudantes; utilizar terminologia do tipo “classificar”, “analisar” e “criar” quando da proposta de tarefas; promover a comunicação oral e a escrita do aluno; e promover o discurso do senso comum e científico.

## 2.6. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo apresentaram-se as concepções de Fourez, os objetivos da ACT e a proposta metodológica de IIR. A proposta de IIR foi pensada para favorecer o desenvolvimento dos objetivos da ACT. Em relação aos objetivos pedagógicos, as etapas da IIR auxiliam os estudantes a construir uma representação própria, de maneira autônoma, permitindo-lhes desenvolver atitudes em relação ao problema. Além disso, as etapas da IIR parecem exigir uma tomada de atitude compromissada com relação à situação problema, pois sua solução depende dos estudantes. Para a resolução do problema, questões éticas e morais necessitam ser consideradas. A situação problema precisa instigar os estudantes a buscarem conhecimentos nas áreas científicas e tecnológicas, sendo ainda papel do professor direcioná-los sobre o caráter epistemológico das Ciências. Os objetivos operacionais são potencializados no desenvolver das etapas, quando os estudantes são orientados a elaborar a IIR, procurar especialistas, levantar e abrir caixas-pretas (clichê), entre outros.

Embora, teoricamente, a metodologia de IIR seja eficaz ao que se propõe, é preciso avaliar, em vivências, se realmente promove ou fornece indicativos de uma ACT. Para avaliar os relatos de IIR, serão utilizados os pressupostos de avaliação de Gerárd Figari (1996), abordados no seguinte capítulo.



### **CAPÍTULO 3. AVALIAÇÃO VIA REFERENCIALIZAÇÃO E OS ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA**

Frente à necessidade de prover um embasamento teórico acerca da avaliação, buscaram-se na literatura diferentes concepções sobre o tema. Os trabalhos de Figari (1996) e Hadji (1994) constituíram o eixo principal dessa discussão. Em particular, Figari (1996) propõe a metodologia de avaliação denominada “referencialização”, cujo objetivo principal é avaliar dispositivos educativos<sup>21</sup>.

Após discorrer sobre a metodologia de referencialização, expõe-se a metodologia de pesquisa adotada, as fontes de dados, os instrumentos de coleta de dados e os procedimentos de análise. Na sequência, discute-se a construção do referencial que deverá conduzir a avaliação das vivências de IIR.

#### **3.1. AVALIAÇÃO**

O termo avaliação é polissêmico e apresenta múltiplas interpretações. Muitos verbos são empregados para descrevê-lo como, por exemplo: verificar, julgar, estimar, situar, representar, determinar, dar um conselho, entre outros (HADJI, 1994). Essa polissemia permite abordá-lo de ângulos diferentes: institucional, microsociológico e relacional, levando, geralmente, a confusões.

Para Hadji (1994), o ato de avaliar é um ato de leitura de uma realidade observável. Essa leitura é feita utilizando um quadro predeterminado, com o qual se analisa algo de forma a conduzir o avaliador a encontrar, na realidade observável, sinais que são demonstrações dos traços desejados. Na ausência desses traços, procura-se uma justificativa para essa ausência na realidade observável. A partir disso, podem ser fornecidas orientações que auxiliem o indivíduo avaliado a chegar ao indicativo predeterminado.

A avaliação é entendida também como um ato de comunicação interpessoal e intencional, uma interação entre pessoas e objetos de avaliação, determinada pelo contexto social no qual ocorre (HADJI, 1994). Neste sentido, trata-se de um ato de formulação de um juízo de “valor” sobre o objeto a ser avaliado (indivíduo, situação, projeto, ação, etc.), utilizando a relação entre as séries de dados do real e do modelo

---

<sup>21</sup> Apresentaremos a noção de dispositivo educativo na seção 3.1.1, e como a metodologia de IIR pode ser assumida como tal, na seção 3.1.2.1.

ideal previamente elaborado. O modelo ideal contém as normas e os critérios de leitura sobre o objeto real, sendo denominado referente, enquanto o referido diz respeito ao que é constatado a partir do objeto avaliado (HADJI, 1994).

Cardinet (1986) diz que a avaliação é um processo de observação e interpretação dos efeitos do ensino, que objetiva orientar as decisões para o bom funcionamento escolar. Stufflebeam, por sua vez, afirma que a avaliação é “[...] o processo pelo qual se delimitam, obtém e fornecem informações úteis que permitam julgar as decisões possíveis” (1980 *apud* FIGARI, 1996, p. 33).

Gerárd Figari, corroborando as ideias de Hadji (1994), em seu livro *Avaliar: que referencial?*, define que a avaliação é um “[...] processo de regulação dos sistemas de aprendizagem que consiste em recolher e interpretar as informações com vistas a tomarem-se decisões para o seu melhoramento” (FIGARI, 1996, p. 117). Ele compreende a avaliação como um ato de julgar, um prestar contas e um processo no qual se insere a comparação.

Figari (1996) oferece o amparo teórico sobre “o que é a avaliação” que mais se aproxima dos objetivos desta pesquisa. Compreende-se, neste trabalho, que a avaliação consiste em fornecer informações que auxiliam no melhoramento, e que para obter essas informações, é preciso julgar e fazer comparações baseadas, entre outros, em conhecimentos pré-estabelecidos.

Referencial e referente são dois conceitos estruturantes na compreensão do que significa avaliação para Figari (1996). O autor corrobora as ideias de Hadji (1994), admitindo que o referente trata-se de um elemento exterior, uma referência, que auxilia na construção da “tabela de leitura”, assumindo, assim, um papel instrumental na produção de juízo de valor. O referente desempenha um papel de norma, que fixa o estado final desejado.

Figari (1996) atribui ao referencial a ideia de atualização que, operacionalmente, representa um instrumento de referência. Esse instrumento deve favorecer a observação, a análise e a avaliação do dispositivo educativo e oferecer um conjunto de hipóteses que preveja a explicação dos resultados (RICHETTI, 2014). Constitui-se, em suma, de uma descrição de tarefas e de funções desejadas por quem o organiza.

O autor busca um conjunto de procedimentos para definir o seu objeto de avaliação, esclarecer o que será avaliado e como alcançá-lo. Desta forma, objetiva e justifica o processo. Nesse conjunto de procedimentos, insere-se a perspectiva metodológica de referencialização.



Figari (1996), ao propor a referencialização como metodologia, defende a construção de um referencial a partir do contexto em que se avalia e pelo que se pretende avaliar. Ele dispõe de referentes, porém, não como normas preestabelecidas, assim como sugere Hadji (1994), mas para orientar o pesquisador na descrição teórica do objeto de estudo, auxiliando, assim, na fundamentação e no esclarecimento do contexto da avaliação (FIGARI; TOURMEM, 2006; FIGARI, 1996).

### 3.1.1. A noção de Dispositivo Educativo

Para o autor, não se avalia apenas um aluno, mas sim, toda uma estrutura. O dispositivo educativo refere-se ao objeto de avaliação, ou seja, deve constituir um sistema de formação de modo flexível para finalidades de aprendizagem, incluindo, por exemplo:

[...] instituições, organismos e serviços de formação, estabelecimentos escolares, sistemas e apoios de formação de professores e de formadores, ciclos e grupos de formação, currículos, organizações particulares de projetos ou de outros sistemas de orientação de ações educativas (FIGARI, 1996, p. 29).

Quando se avalia um dispositivo educativo, os processos, os procedimentos e seus atores também são avaliados. Partindo desse pressuposto de que é preciso considerar todos os atores envolvidos, o termo dispositivo é utilizado com essa finalidade, pois “[...] evoca as características de um **sistema** mais próximo dos atores da educação, do ensino ou da formação” (FIGARI, p. 30). O termo dispositivo é utilizado no sentido de ser “[...] uma forma particular como se distribuem os diversos órgãos de um aparelho, de uma máquina e, por extensão, o próprio mecanismo” (FIGARI, p. 30). A extensão se relaciona com a parte visível de um dispositivo, o organismo, o curso, o programa de conteúdo ou de ações. Em relação à disposição dos elementos, nesta pesquisa, refere-se aos fenômenos relativos à construção do dispositivo, como a análise de dados da situação a estudar, a participação dos atores, os modos de decisão e de apropriação.

O autor, quando fala de dispositivo educativo, não se refere a um sistema de formação, mas sim, a um sistema de caráter “educativo” que desempenha um papel formador, destinado a:

[...] aprender construções elaboradas em torno de conteúdos, de competências e de tarefas. O dispositivo designa, não apenas o quadro de atividades de formação, mas também [...] construção da ação coletiva, que foi objeto de um projeto de aprendizagem [...] ocasional e circunstancial (FIGARI, 1996, p. 30-31).

Neste trabalho, consideram-se como dispositivos educativos as vivências de IIR desenvolvidas no Brasil e relatadas em dissertações da área de ensino de Ciências e Matemática. Afinal, elas têm uma finalidade de aprendizagem quanto à Ciência e à Tecnologia, além de um caráter formador, pois buscam fazer com que os estudantes aprendam conhecimentos diversos por meio da abertura de caixas-pretas. As competências relacionam-se com os objetivos operacionais e pedagógicos a serem desenvolvidos. A tarefa e a construção da ação coletiva referem-se à construção da representação.

Para elaborar o referencial de avaliação desse trabalho foram utilizados os pressupostos de Fourez (FOUREZ, 1995; FOUREZ; ENGLEBERT-LECOMPTE; MATHY, 1997; FOUREZ; MAINGAIN; DUFOUR, 2002; FOUREZ, 2003; FOUREZ, 2005, FOUREZ, 2008) e os documentos curriculares federais da Educação Básica nacional (BRASIL, 1996, 2000, 2012, 2013) como referentes.

### 3.1.2. Dimensões de um dispositivo educativo: uma caracterização

Figari (1996) apresenta interrogações que parecem englobar um conjunto de características e problemas próprios de um dispositivo educativo. Essas questões se organizam em três dimensões (induzido, construído e produzido):

- i) *“Como tratar as dimensões que induzem as escolhas educativas que justificam a prática deste ou daquele dispositivo?”* Categoria na qual estão envolvidos dados sobre o contexto (fatores econômicos) e características dos indivíduos (fatores sociais), ou seja, questões econômicas e sociais que “induzem” a diagnósticos e busca de soluções. Neste sentido, examina-se o **induzido** que corresponde à delimitação do contexto e designa as determinações, as origens. De acordo com Richetti (2014, p. 139-140), “Destina-se à compreensão e explicação dos dados de

entrada e, posteriormente, contextualizará as decisões”. Geralmente, o induzido constitui-se de documentos e leis, elaborados por órgãos oficiais nacionais e por documentos ou literaturas que caracterizam e orientam epistemologicamente o dispositivo educativo (RICHETTI, 2014).

ii) *“Como explicar, acompanhar e orientar a elaboração dos projetos, dos programas, dos currículos?”* Dimensão que engloba a compreensão da construção de um dispositivo que define a ação educativa. Então, examinam-se seus processos em termos de representação, comportamento e evolução, assim como os procedimentos, tais como a negociação, a criação de situações e as estratégias de poder e decisão. Essa dimensão examina o **construído**.

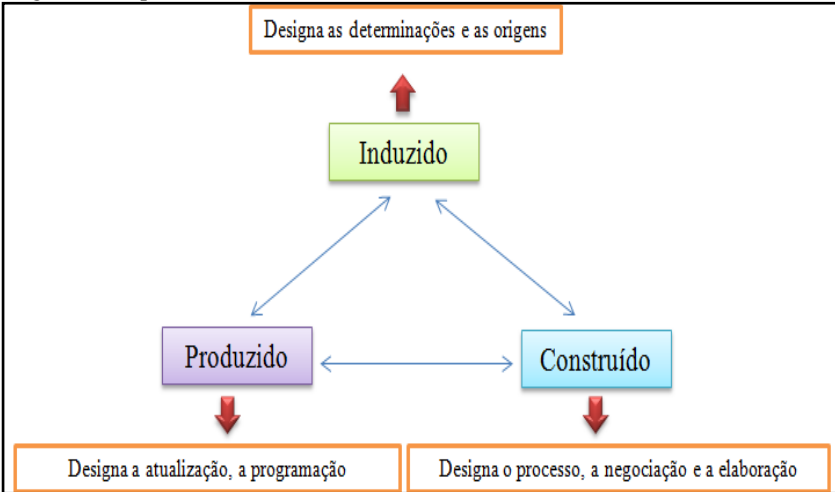
É compreendida como a dimensão da elaboração, individual e coletiva, que caracteriza as concepções, o processo, os métodos, a negociação, as finalidades e os valores (FIGARI, 1996). Essa dimensão sofre influência da anterior, pois a elaboração de projetos educacionais seguem orientações maiores como a do Ministério da Educação ou de referenciais teóricos que defendem diferentes perspectivas de ensino (RICHETTI, 2014).

iii) *“Como observar, por fim, e interpretar as formas evidentes, e mesmo dadas a ver, desta ação assim como os seus efeitos, isto é, sua produção?”* Dimensão que se preocupa com as “[...] características dos projetos acabados e, sobretudo pela forma como os resultados e os efeitos foram estabelecidos” (FIGARI, 1996, p. 32). Essa dimensão se atém ao **produzido** e incorpora o tratamento dos resultados estatísticos que oferecem respostas à existência ou não de dados ou efeitos do dispositivo educativo (RICHETTI, 2014). “Ao especificar os efeitos e resultados, designa também a atualização, influenciada pelos dados induzidos, e a programação, como resultado do que foi construído” (RICHETTI, 2014, p. 140).

As dimensões são indissociáveis, de modo que uma não ocorre sem a outra, logo, são representadas em uma única estrutura. O

funcionamento das relações entre as dimensões é iterativo, pois, uma vez “induzidos”, alimentam a “construção” que leva ao aparecimento da “produção”, embora esta última constitua “um fenômeno indutor de novos dados [...] que influenciam os outros polos, etc.” (FIGARI, 1996, p. 61). O esquema induzido, construído e produzido (ICP) é representado na Figura 6.

Figura 6: Esquema ICP.



Fonte: Adaptado de Figari (1996, p. 60).

O esquema ICP pode ser aplicado para descrever o funcionamento de um dispositivo em torno de um sistema de dimensões estabilizado, relacionar a avaliação de um dispositivo com um modelo e construir um referencial específico para cada dispositivo. É possível observar que, nas três dimensões, o que mais preocupa é a avaliação. A cada dimensão, se relaciona uma função avaliativa: na primeira, uma diagnóstica (que interpreta os dados da situação); na segunda, de regulação (que acompanha e corrige os processos de elaboração); e na última, sumativa (que faz o reconhecimento social).

### 3.1.3. A metodologia de IIR como um dispositivo educativo

Para avaliar os relatos de vivências de IIR como um dispositivo educativo, busca-se delimitar as dimensões: induzido, construído e produzido, para, então, considerar a referencialização como uma

metodologia para esta pesquisa. Tem-se consciência que essa metodologia refere-se, principalmente, à mesoestruturas, que são organizações intermediárias, tais como os estabelecimentos de ensino. As vivências de IIR são aqui classificadas como microestruturas (turmas, grupos de formação). Com isso, a referencialização será adaptada segundo as necessidades da microestrutura.

Para realizar a avaliação, caracterizam-se, a seguir, as dimensões do dispositivo educativo (IIR):

i) **Induzido:** essa dimensão relaciona-se com questões de indução de escolhas educativas que justificam a prática de um dispositivo educativo. Neste trabalho, o induzido consistirá nos objetivos gerais propostos por Fourez (2005), visto que apresentam os principais aspectos a serem desenvolvidos durante a IIR. Além disso, são levadas em conta as orientações presentes nos documentos curriculares federais (PCNEM, LDB, OCNEM, BNCC e DCNEM) acerca da formação social e humana, que, aparentemente, influenciam os professores a desenvolverem IIR, devido ao encontro entre a proposta de Fourez e o esperado pelos documentos.

A partir disso, outras perguntas são cabíveis para pensar essa dimensão: Os motivos que levam os professores a escolher desenvolver a IIR estão em consonância com os objetivos gerais? Seria a intenção de ensinar C&T em uma perspectiva democrática? Seria para corresponder às exigências nacionais? Seria para deslocar a ênfase do ensino para os alunos, atribuindo-lhes autonomia para buscar um conhecimento mais específico, de acordo com as necessidades de sua aquisição? Ou então, proporcionar aos alunos a possibilidade de participar de um projeto interdisciplinar, ao menos, uma vez em sua vida escolar? Ou ainda, permitir que os estudantes tivessem uma compreensão global sobre as Ciências e a Tecnologia, ou seja, considerando os fatores éticos, morais, epistemológicos, culturais, sociais e políticos? A situação-problema dessa vivência de IIR proporcionaria que os objetivos gerais fossem desenvolvidos? Durante a realização da IIR, houve discussões sobre a influência do desenvolvimento científico e tecnológico no crescimento econômico do país e de como a C&T se relaciona com os

aspectos humanos? O produto final da IIR permitiu aos estudantes obterem uma representação do mundo e de sua história?

Essas questões podem direcionar o olhar para essa dimensão, tornando possível evocar os referentes para analisá-la como, por exemplo, as LDB, os PCNEM, as DCNEM e a BNCC e os pressupostos da ACT (FOUREZ, 2005), pois são indutores de formação ampla em Ciência e Tecnologia. No entanto, esses referentes serão estabelecidos mais adequadamente durante a referencialização, já que oferece uma mobilidade que permite avaliar os dispositivos de acordo com o contexto.

Avaliar essa dimensão permitirá compreender determinadas ações, o que induziu o processo de desenvolvimento e quais as habilidades promovidas. Com isso, se diagnosticará o modo de funcionamento do dispositivo. Outra dimensão é o Construído:

ii) **Construído:** essa dimensão está preocupada em explicar, acompanhar e orientar o desenvolvimento de projetos. Aqui o olhar é direcionado para compreender a construção do dispositivo, seus procedimentos e métodos. Logo, essa dimensão engloba os objetivos pedagógicos, que são as principais competências que se pretendem desenvolver nos estudantes. Para avaliá-la, algumas perguntas são plausíveis: Quais foram as estratégias utilizadas para promover a autonomia, a comunicação e o domínio nos estudantes? Como foram desenvolvidos? O que potencializou que os objetivos pedagógicos fossem alcançados? E o que limitou para que fossem alcançados? A prática é coerente com os objetivos propostos? O que poderia ser feito para superar os limites encontrados? Como explorar melhor os pontos que potencializam o desenvolvimento dos objetivos da ACT?

A avaliação dessa dimensão segue uma perspectiva formativa de regulação, e ao se responder tais questões, é possível analisar o processo e regulamentá-lo, sugerindo melhorias. Os objetivos pedagógicos são assumidos como construído por serem, principalmente, os que definem a ação educativa propriamente dita. Por meio desses objetivos é possível examinar as negociações, as estratégias de decisões, os comportamentos, as evoluções, tal como sugere Figari (1996).

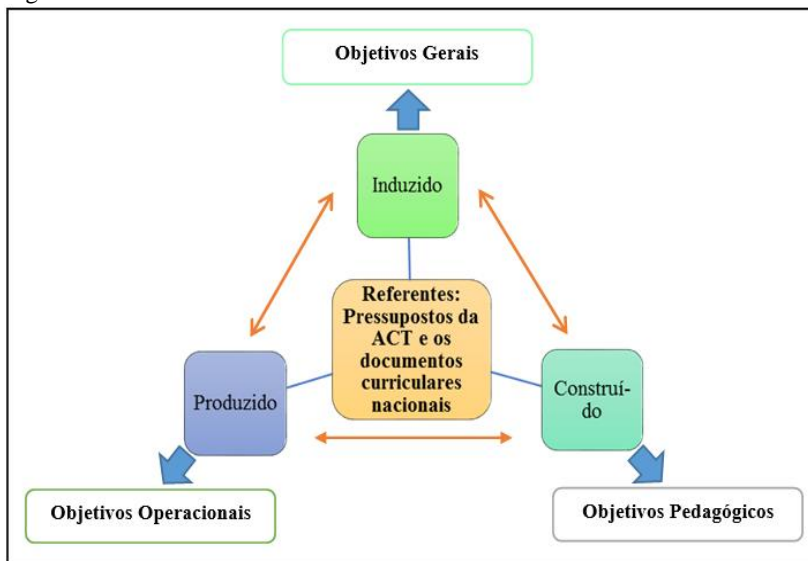
- iii) **Produzido:** dimensão que se refere a como observar e interpretar as formas evidentes da ação em sua produção. Essas formas evidentes podem ser observadas a partir da promoção dos objetivos operacionais. A partir desses objetivos é possível identificar a evidência ou não do desenvolvimento de cada um deles, ou seja, identificar, por exemplo, se os estudantes consultaram ou não os especialistas, fizeram o bom uso de caixas-pretas, elaboraram uma representação interdisciplinar, entre outros. Diante disso, foram evidenciados, na prática, os objetivos operacionais? Eles foram alcançados? Quais os objetivos alcançados? Quais são os indicativos? Quais objetivos não foram alcançados?

Para analisar os resultados apresentados pelos relatos de IIR, foram utilizados como referentes os pressupostos da ACT de Fourez (2005), além de outras obras do autor que auxiliam na compreensão de sua proposta (FOUREZ, 1995; FOUREZ; ENGLEBERT-LECOMPTE; MATHY, 1997; FOUREZ; MAINGAIN; DUFOUR, 2002; FOUREZ, 2003; FOUREZ, 2008). Além disso, empregaram-se também os pressupostos dos documentos oficiais, pois ambas as propostas apresentam consonância, como já discutido anteriormente.

A avaliação, nessa dimensão, tem função sumativa, pois se trata do reconhecimento social das vivências de IIR, no intuito de informar em qual patamar as vivências estão e se os objetivos da ACT estão sendo alcançados com a mediação da IIR.

Na Figura 7 apresenta-se o modelo ICP da IIR de acordo com o exposto.

Figura 7: Modelo ICP da IIR



Fonte: Elaborado pela autora

### 3.2. A REFERENCIALIZAÇÃO

Figari (1996) coloca duas questões para refletir e fornecer uma fundamentação prévia sobre o processo de referencialização, sendo elas: 1) O que se pretende avaliar? e 2) Que referencial deve ser utilizado? Para a primeira questão, a resposta segue um plano teórico e diz respeito à elaboração de uma descrição teórica, esclarecendo as finalidades, funções e especificidades do objeto de estudo. Já a segunda questão segue um plano metodológico, e para respondê-la, é necessário dispor de um quadro de referências para fazer uma avaliação “[...] da especificidade e dos efeitos de todo o dispositivo educativo” (FIGARI, 1996, p. 36). Essa resposta pode ser encontrada na referencialização, que consiste em:

[...] assinalar um contexto e em construir, fundamentando-o com os dados, um corpo de referências relativo a um objeto (ou a uma situação), em relação ao qual poderão ser estabelecidos diagnósticos, projetos de formação e avaliações. [...] consiste em emprender uma procura de referentes pertinentes (quer dizer, ao



mesmo tempo universais e particulares) que possam explicar e justificar a concepção e a avaliação de um dispositivo educativo (FIGARI, 1996, p. 52).

O referencial é importante, pois retrata um instante do processo ou, pelo menos, fixa e produz o esquema operatório, a fim de conhecer e discutir o dispositivo e, assim, buscar instrumentos para tomar decisões e passar para a ação. O referencial, mesmo apresentado como uma das funções da fixação do esquema operatório, não deve ser generalizável, tampouco ter um papel normativo, já que deve mudar de acordo com a situação, a população e os autores.

Figari (1996, p. 53) explica que a referencialização é um método investigativo que busca compreender uma “[...] pequena parte do mundo que nos cerca, os dispositivos educativos”. Sua aplicação leva à operação de diagnósticos provisórios, à definição de dimensões da avaliação e à abertura de categorias de questionamento que conduzirão à formulação dos critérios utilizados para a avaliação. É um método delimitador do contexto de estudo, visto que produz um quadro de relações em que os diagnósticos poderão ser discutidos, além de justificar e nomear os critérios que deverão orientar a avaliação.

Um dos conceitos fundamentais dessa metodologia é a modelização, que se insere na referencialização decorrente da necessidade de um modelo de leitura já existente para avaliar um determinado objeto, ou da busca pela modelização de um objeto para poder entendê-lo, caso não seja redutível aos modelos precedentes. A modelização se destina a facilitar o conhecimento, pois se trata de uma organização que facilita a simplificação dos dados, que parte de uma construção abstrata para compreender o real (FIGARI, 1996). Diante disso, Figari (1996) coloca a referencialização como sendo a “[...] procura das referências especificamente escolhidas no sentido de se constituir um modelo para a descrição” (FIGARI, 1996, p. 79).

Uma etapa fundamental na referencialização é a reconstrução do contexto. Nessa etapa, é preciso elaborar uma lista de critérios em relação ao problema que será avaliado, com os pontos fundamentais desse problema, desconstruir um contexto real e, a partir dessa desconstrução, criar um novo contexto para que se realize a análise de acordo com o modelo. Esse novo contexto servirá como objeto para a avaliação, e deverá ser reconstruído de acordo com a lista elaborada. Sendo assim, os elementos não determinantes para a análise serão excluídos.

### 3.3. ETAPAS DA REFERENCIALIZAÇÃO

A referencialização, de acordo com Figari (1996), consiste, sobretudo, em quatro momentos:

- i) **Pedido do organismo que condiciona o quadro:** o ponto de partida da referencialização é o pedido do organismo, ou seja, para iniciar uma avaliação é necessário que seja feito um pedido por uma instituição de ensino, por exemplo. Esse pedido é analisado pelo avaliador e conduz a construção do quadro de estudo (FIGARI, 1996). De acordo com Richetti (2014, p. 142) “A partir de um conjunto de questionamentos, objetivos e procedimentos, o avaliador realiza a delimitação das dimensões do objeto de estudo que será avaliado e constrói um quadro de referências”.
  
- ii) **Projeto de avaliação:** depois de interpretado o pedido do organismo, o avaliador precisa propor um projeto de avaliação. Nele se estabelecem os parceiros e os elementos essenciais da operação, tanto os objetos quanto os instrumentos de coleta de dados. Em relação ao objeto de estudo, é necessário descrever e caracterizar o dispositivo (histórias, parceiros, o que o determina, quais as características próprias e comuns); assinalar suas funções que, global e separadamente, lhe são atribuídas pelos diferentes parceiros (Que política segue? Quem são seus atores?) e medir os resultados obtidos (quais são os resultados esperados? Em que se materializam? Como são medidos?). Os instrumentos terão como objetivo a seleção das informações para a elaboração do referencial e para os métodos de tratamento das informações (FIGARI, 1996). A caracterização desse projeto permitirá a compreensão dos fenômenos por meio de orientações que possam oferecer uma reflexão, seguida do estudo e descrição da identidade do dispositivo educativo e de uma proposta de abordagem metodológica que envolva o estudo do dispositivo através de análises em diferentes fontes.

Após o plano estratégico, é necessário adentrar o plano científico, e logo, o plano de estudo.

- iii) **Plano de estudo:** a partir dele, buscam-se ajustar as dimensões do problema de acordo com o pedido, questões sobre o problema, questões a serem respondidas, linhas de investigação, materiais que constituirão a resposta metodológica e os métodos de tratamento da análise (FIGARI, 1996). O plano de estudo é destinado a organizar uma descrição do dispositivo com o escopo de fornecer uma análise de suas características visíveis e uma lista de questões que estas colocam para a avaliação. O plano envolve as seguintes ações:
- a) **Delimitar as dimensões do problema a tratar suas implicações:** baseado em que se avalia um dispositivo educativo? Ação que consiste em caracterizar as dimensões do que se pretende avaliar.
  - b) **Formular novas questões:** a partir das dimensões discutidas é necessário fazer novos questionamentos, a fim de demonstrar, de forma detalhada, a problemática da avaliação. Esses questionamentos dão indicativos que “[...] constituem a primeira série de procedimentos de referencialização” que resultará em “[...] um corpo de hipóteses em processo de formação à medida que a referencialização progride” (FIGARI, 1996, p. 127).
  - c) **As pistas de investigação e os materiais:** etapa que consiste em construir um corpo de materiais (dados, relatos, documentos) e analisar as informações (levantamentos e análises) em função das dimensões previamente estabelecidas. Com isso, busca-se colocar pistas do que observar, de acordo com as perguntas elaboradas, e então, estabelecer materiais onde supostamente estarão as respostas, ou seja, os referentes

pertinentes para a avaliação do dispositivo (FIGARI, 1996, p. 127).

**d) Os métodos de tratamento e de análise:** etapa que compreende a escolha do método de análise utilizado para investigar cada dimensão. Na referencialização, assim como em qualquer outro processo de investigação, é premente indicar e fundamentar os métodos utilizados para o tratamento da informação, pois, “[...] do tipo de método depende, em parte, o tipo do resultado” (FIGARI, 1996, p. 129). Dois métodos são privilegiados para a coleta e a análise na referencialização: o método de análise dos dados existentes (análise de documentos, observação), destinado a fornecer uma visão global, fortalecer o conhecimento empírico da situação dos diversos atores e por fazer ponto da situação sobre informações conhecidas; e o método exploratório (entrevistas, questionários), que procura contrabalancear as informações precedentes encontradas em documentos com o discurso dos atores, além de permitir que o investigador descubra dimensões que ele ainda não tinha pensado e pressupor itens que poderão ser tratados no desenvolvimento da avaliação. O importante é deixar claro que esses métodos não têm, por objetivo, obter resultados definitivos, e sim, formular, de modo fundamentado, as categorias do referencial de avaliação. O último momento tratará da avaliação propriamente dita, a referencialização.

iv) **Referencialização:** Esse processo iniciou-se com a construção, isto é, a reformulação do pedido do organismo e a elaboração do plano de estudo. Na sequência, veio o desenvolvimento do processo, em que as informações foram tratadas e, a partir disso, modificadas (suprimidas, complementadas ou adicionadas). Durante o desenvolvimento, é fundamental a construção de um referencial de

avaliação (FIGARI, 1996). Para a sua construção, Figari (1996) propõe algumas etapas, sendo elas:

- a. **Árvore das dimensões do objeto avaliado:** trata-se das dimensões descritivas do dispositivo que se sobressaem à análise, questões elaboradas que orientam o processo de avaliação e as subdimensões (categorias). Nela, busca-se mostrar a relação entre as primeiras questões colocadas e as dimensões, e depois avaliá-las com as categorias levantadas, que dizem respeito às características do objeto de avaliação.
- b. **Hipóteses que prefiguram a avaliação considerada:** de acordo com a árvore das dimensões de avaliação, são criadas hipóteses que deverão orientar o modo de abordagem da avaliação. Com isso, a referencialização aparece com o intuito de trazer referenciais que buscam esclarecer e justificar as hipóteses.
- c. **Modalidades de interpretação julgadas pertinentes:** o investigador deve oferecer modelos de interpretação para a leitura dos resultados, os quais serão alicerçados mediante a comparação dos resultados com elementos do referencial, no intuito de oferecer um sentido a esses resultados.
- d. **Fontes consideradas úteis (provocadas ou invocadas):** a referencialização baseia-se na busca de informações para progredir, as quais podem ser invocadas, no caso de escritos em documentos, ou provocadas via entrevistas.
- e. **Métodos de tratamento:** sendo a referencialização um método, igualmente necessita de métodos para tratar os dados

como, por exemplo, análise de conteúdo, tratamento qualitativo, entre outros.

- f. Critérios da avaliação:** o critério é uma noção essencial no processo da avaliação, pois é consequência de toda a reflexão precedente ao realizar a “[...] interface entre as dimensões da avaliação (as suas hipóteses e questões) e as categorias da realidade (que vão ser consideradas para tratar as hipóteses e as questões e a que são denominadas indicadores)” (FIGARI, 1996, p. 132). Esses critérios precisam ser elaborados com cuidado, ter um caráter abstrato e classificatório, já que serão utilizados para distinguir o verdadeiro e o falso e para julgar e estimar.

As informações assim recolhidas justificam a escolha das categorias que dão origem ao quadro de avaliação, pois levam em conta os atores e o sistema, relativizando a pertinência dos critérios obtidos (FIGARI, 1996).

Após a apresentação do referencial metodológico, expõem-se, a seguir, as fontes de dados, os instrumentos de coleta de dados e os procedimentos de análise. Além disso, apresenta-se a construção do referencial de avaliação que conduzirá a avaliação das vivências de IIR.

#### 3.4. FONTES DE DADOS

As fontes de dados utilizadas nesta pesquisa consistem em dissertações que apresentam relatos de vivência de IIR. A identificação e a seleção desses trabalhos foram feitas por meio de consulta aos seguintes bancos de dados: Banco de Teses e Dissertações da CAPES<sup>22</sup> e BDTD<sup>23</sup>.

Os documentos selecionados foram publicados no período entre 2000-2015. Esse recorte temporal apresenta uma justificativa histórica, pois, em 1999, Gérard Fourez veio ao Brasil e ministrou uma palestra na

---

<sup>22</sup>Disponível em: <http://bancodeteses.capes.gov.br/>

<sup>23</sup> Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/>

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)<sup>24</sup>, sendo que, no ano seguinte, foi publicado o primeiro trabalho sobre IIR. Diante desse contexto, o ano de 2000 pode ser considerado o nascedouro da produção de ACT de Fourez no país.

A busca dos trabalhos para a investigação foi baseada na presença das palavras “ilha de racionalidade”; “ilhotas de racionalidade”; “ilha interdisciplinar de racionalidade” ou “Fourez” no título, resumo, palavra-chave ou assunto dos trabalhos. Para a seleção de dados foram utilizadas as ferramentas de “pesquisa” e “pesquisa avançada”. Trabalhos que continham algumas das palavras, mas que não apresentavam relatos de sala de aula foram desconsiderados. Consideraram-se apenas aqueles trabalhos da área de Ensino de Ciências e Matemática que expunham determinadas palavras de busca, que apresentavam um detalhamento das etapas desenvolvidas em sala de aula, e que estavam inseridos no contexto da metodologia de IIR desenvolvida por Fourez (2005). Os trabalhos selecionados encontram-se no Quadro 1, onde constam os pesquisadores que desenvolveram a investigação, juntamente com o título do trabalho, ano, origem e link da pesquisa. Um resumo dos trabalhos analisados encontra-se no Apêndice A.

---

<sup>24</sup> Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira, em 1999, na disciplina de Didática das Ciências, do programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT), trabalhou com mestrands e doutorands sobre a metodologia de IIR e a ACT na perspectiva de Fourez, o que oportunizou a elaboração do primeiro artigo de IIR escrito no Brasil (PIETROCOLA, M.; NEHRING, C.; SILVA, C.; TRINDADE, J.; LEITE, R. ; PINHEIRO, T. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte. v. 2, n.1, p. 99-122, mar. 2000).

Quadro 1- Dissertações selecionadas para análise.

	<b>Professor (a)/ pesquisador (a)</b>	<b>Título do trabalho</b>	<b>Origem/ ano de publicação</b>	<b>Link</b>
1	Eleani Bettanin	As ilhas de racionalidade na promoção dos objetivos da alfabetização científica e técnica	Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. UFSC – 2003	<a href="https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/85223/199773.pdf?sequence=1">https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/85223/199773.pdf?sequence=1</a>
2	Cezár Schmitz	Desafio docente: as ilhas de racionalidade e seus elementos interdisciplinares	Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica - UFSC – 2004	<a href="https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86642/209412.pdf?sequence=1">https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86642/209412.pdf?sequence=1</a>
3	Rogério Gonçalves de Sousa	Desafios, potencialidades e compromissos de uma experiência pedagógica para formação cidadã: prática CTS construída a partir de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade sobre reciclagem de lixo urbano.	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática - UFPA 2007	<a href="http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/1843/1/Dissertacao_DesafiosPotencialidadesCompromissos.pdf">http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/1843/1/Dissertacao_DesafiosPotencialidadesCompromissos.pdf</a>
4	Rosângela Ferreira Prestes	Análise das contribuições do educar pela pesquisa no estudo das fontes de energia	Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. PUCRS – 2008	<a href="http://tede.pucrs.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1511">http://tede.pucrs.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1511</a>
5	Deive de Oliveira Scarpari	Física dos biogestores: contextualizando o ensino de física para alunos do curso técnico agrícola	Programa de Pós-graduação em Ensino de Física. UFRGS – 2009	<a href="http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18426/000728433.pdf?sequence=1">http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18426/000728433.pdf?sequence=1</a>
6	Ivana Lima Lucchesi	A ilha interdisciplinar de racionalidade e a construção da autonomia no ensino da matemática	Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. PUCRS – 2010	<a href="http://meriva.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/2955/1/000425193-Texto%2bCompleto-0.pdf">http://meriva.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/2955/1/000425193-Texto%2bCompleto-0.pdf</a>
7	Ana Maria Quinoto Imhof	Ilhas interdisciplinares de racionalidade: uma proposta para o estudo da sexualidade humana	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. FURB – 2011	<a href="http://www.bc.furb.br/docs/ds/2011/348574_1_1.pdf">http://www.bc.furb.br/docs/ds/2011/348574_1_1.pdf</a>



8	Vaneila Bertoli	Ilhas interdisciplinares de racionalidade aplicado ao ensino de área e volume no ensino fundamental	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. FURB – 2015	<a href="http://www.bc.furb.br/docs/DS/2015/359320_1_1.pdf">http://www.bc.furb.br/docs/DS/2015/359320_1_1.pdf</a>
9	Josiane Bernz Siqueira	Ilhas interdisciplinares de racionalidade: Conceito de proporcionalidade na compreensão de informações contidas em rótulos alimentícios	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. FURB – 2015	<a href="http://www.bc.furb.br/docs/DS/2015/358801_1_1.pdf">http://www.bc.furb.br/docs/DS/2015/358801_1_1.pdf</a>
10	Elisiane da Costa Moro	Ilhas de racionalidade promovendo aprendizagem ativa em ambiente investigativo e interdisciplinar	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. UCS – 2015	<a href="https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/996/Dissertacao%20Elisiane%20da%20Costa%20Moro.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/996/Dissertacao%20Elisiane%20da%20Costa%20Moro.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>

Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.5. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa é caracterizada como documental e descritiva. Documental, pois são utilizados como material de análise as dissertações selecionadas. De acordo com Pádua (2004, p. 62), pesquisa documental “[...] é aquela realizada a partir de documentos, contemporâneos ou retrospectivos, considerados cientificamente autênticos”. Pádua (2004) e Gil (2008) afirmam que a pesquisa documental deve partir de fontes primárias que ainda não sofreram nenhuma alteração analítica. A pesquisa documental é composta das seguintes fases: a) determinação dos objetivos; b) elaboração do plano de trabalho; c) identificação das fontes; d) localização das fontes e obtenção do material; e) tratamento dos dados; f) confecção das fichas e redação do trabalho; g) construção lógica e redação do trabalho (GIL, 2008, p. 87). Essas fases foram utilizadas como norteadora nesta pesquisa.

A pesquisa se enquadra como descritiva, pois tem como objetivo o detalhamento das características das vivências de IIR. A referencialização, enquanto método, prevê o detalhamento do objeto de estudo, assim como em uma pesquisa descritiva. Nesse tipo de pesquisa, buscam-se apresentar as características de populações de fenômenos determinados, e não explicar a população ou o fenômeno descrito. No entanto, é utilizada como base para a explicação (MORESI, 2003).

Triviños (1987) argumenta que o estudo descritivo objetiva conhecer a comunidade, seus traços, suas características, sua educação, entre outros. Esse estudo exige do pesquisador uma série de informações sobre o que se deseja pesquisar, e não envolve apenas coleta de informações, ordenação e classificação dos métodos, mas também o estabelecimento de relações entre as variáveis (TRIVIÑOS, 1987). O autor ainda expõe a necessidade de uma precisa delimitação de técnicas, modelos e teorias que deverão orientar a coleta e a interpretação de dados. A população e a amostra devem ser claramente delimitadas, assim como os objetivos do estudo, os termos, as variáveis, a questão de pesquisa, etc.

### 3.6. CONSTRUÇÃO DO REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO

No plano metodológico da referencialização, torna-se necessário a construção de um referencial de avaliação para a observação e a análise das características e dos efeitos do dispositivo educativo. De acordo com Richetti (2014), o referencial de avaliação tem como finalidade a sistematização de dados, critérios de análises e instrumentação destinados à referencialização.

Para a construção do referencial de avaliação, apresentam-se as três primeiras etapas da referencialização: a) pedido do organismo que condiciona o quadro; b) projeto de avaliação; e c) plano de estudo. Não há o pedido de um organismo para a realização da avaliação proposta neste trabalho, apesar de que a pergunta que orientou a construção do referencial tenha sido o próprio problema de pesquisa apresentado anteriormente: **As vivências da metodologia de IIR proposta por Fourez, relatada nas dissertações da área de Educação em Ciências e Matemática, contribuem para promover os objetivos da ACT?**

Na caracterização do dispositivo educativo (IIR), realizada na etapa *projeto de avaliação*, apresentaram-se os aspectos que fundamentam e normatizam a proposta da ACT segundo Fourez, os objetivos da ACT e os fundamentos e etapas da metodologia de IIR<sup>25</sup>.

Em relação ao *plano de estudo*, a dimensão do problema a tratar será a consonância dos relatos de vivências de IIR com os pressupostos de Fourez acerca da ACT (FOUREZ, 1995; FOUREZ; ENGLEBERT-LECOMPTE; MATHY, 1997; FOUREZ; MAINGAIN; DUFOUR, 2002; FOUREZ, 2003; FOUREZ, 2005, FOUREZ, 2008) e com a

---

<sup>25</sup> A caracterização do dispositivo educativo foi exposta no capítulo 2 deste trabalho.

proposta de formação cidadã apresentada nos documentos curriculares federais da Educação Básica nacional (Leis de Diretrizes e Bases (LDB) (BRASIL, 1996); Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000); Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) (BRASIL, 2013) e Base Nacional Comum Curricular (versão preliminar) (BNCC) (BRASIL, 2015)). Nesse trabalho, os pressupostos de Fourez e a proposta de formação cidadã dos documentos curriculares federais da Educação Básica serão os referentes da avaliação. As questões de avaliação foram explicitadas durante a apresentação da IIR como dispositivo educativo (seção 3.1.3, p. 73 - 74). As pistas de investigação serão as estratégias de ensino dos professores e as concretizações de ações realizadas pelos estudantes que caracterizam indícios de ACT descritas nos relatos IIR. Os métodos de tratamento de análise serão explicitados a seguir, na seção 3.7. Após a realização dessas etapas, é possível construir o referencial de avaliação.

O referencial de avaliação será dividido em duas partes. Na primeira, Quadro 2, expõem-se os referentes, demarca-se o contexto a ser investigado e apresentam-se os aspectos a serem avaliados.

## Quadro 2 - Referencial de avaliação (Parte 1)

<b>REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO – “Vivências de IIR relatadas em dissertações brasileiras da área de Educação em Ciências e Matemática”</b>	
<b>Dimensões:</b> Induzido, Construído e Produzido.	
<b>Objetivo:</b> <i>Avaliar se as vivências de IIR relatadas nas dissertações da área de Educação em Ciências e Matemática apresentam consonância com os pressupostos de Fourez acerca da ACT e com as propostas de formação cidadã presentes nos documentos curriculares federais da Educação Básica.</i>	
Referentes	Aspectos a serem avaliados
<p><b><u>Documentos curriculares federais da Educação Básica:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio (BRASIL, 2000)</li> <li>- Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1998; 2013)</li> <li>- Leis de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996)</li> <li>- Formação de professores do Ensino Médio, etapa I - Caderno IV: áreas de conhecimento e integração curricular. (BRASIL, 2013)</li> <li>- Base Nacional Comum Curricular (versão preliminar) (BRASIL, 2015)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidade de compreender, atuar, interagir e intervir na realidade, mediante uma perspectiva autônoma e cidadã.</li> <li>• Estabelecer conexão entre sujeito-objeto.</li> <li>• Desdobramento do ensino em torno de conhecimentos relevantes e pertinentes, permeadas pelas relações sociais, articulando vivências e saberes dos estudantes.</li> <li>• Desenvolvimento de condições cognitivas e socioafetivas.</li> <li>• Integração da educação e das dimensões do trabalho, das Ciências, da Tecnologia e da Cultura.</li> <li>• Interação e integração das diversas áreas do conhecimento.</li> <li>• Aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental.</li> <li>• Aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico.</li> <li>• Compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos e dos processos produtivos.</li> <li>• Discussões sobre o impacto das tecnologias no desenvolvimento e na estruturação da sociedade.</li> <li>• Compreensão da construção histórica da Ciência.</li> <li>• Apropriação das tecnologias produzidas ou utilizadas pelos conhecimentos da área.</li> </ul>

<p><b><u>Pressupostos da ACT:</u></b></p> <p>- Construção das Ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências (FOUREZ, 1995)</p> <p>- Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias (FOUREZ, 2005)</p> <p>- Saber sobre nuestros saberes: un léxico epistemológico para la enseñanza de las ciencias (FOUREZ, 1997).</p> <p>- Educar: docentes, alunos, escolas, éticas, sociedades. (FOUREZ, 2008)</p> <p>- Abordagens didácticas da interdisciplinaridade. (FOUREZ; MAIGAIN; DUFOUR, 2002)</p> <p>- Crise no ensino de ciências? (FOUREZ, 2003)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interação entre disciplinas escolares e saberes cotidianos.</li> <li>• Construção de representações de situações em contextos precisos.</li> <li>• Compreensão global da realidade, dos fenômenos ou situações.</li> <li>• Contextualização do ensino com questões epistemológicas sobre a Ciência e Tecnologia.</li> <li>• Domínio dos conhecimentos científicos e tecnológicos.</li> <li>• Habilidade para a resolução de problemas.</li> <li>• Compreensão das questões históricas, sociais, políticas e econômicas acerca da Ciência e da Tecnologia.</li> <li>• Pensamento interdisciplinar.</li> <li>• Desenvolvimento de atitudes críticas para o exercício da cidadania.</li> <li>• Tomada de decisões éticas e políticas acerca da Ciência e da Tecnologia.</li> <li>• Conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas.</li> <li>• Desenvolvimento da capacidade de aplicar os conhecimentos e teorias científicas.</li> <li>• Apreciar a Ciência e a Tecnologia pelo estímulo intelectual que promovem.</li> <li>• Reconhecimento da diferença entre resultados científicos e opiniões pessoais.</li> <li>• Reconhecimento da origem da Ciência e compreensão de que o saber científico é provisório e sujeito a mudanças.</li> <li>• Possuir conhecimento prático em utilizar ou descartar fontes de informações úteis (ciência e tecnologia) para resolver um problema.</li> <li>• Capacidade de fazer bom uso de especialistas.</li> <li>• Capacidade de abrir caixas-pretas.</li> <li>• Saber utilizar analogias, metáforas e comparações.</li> <li>• Desenvolvimento da autonomia, comunicação e domínio em prol da negociação.</li> </ul>
--	--

Fonte: Elaborado pela autora.

Antes de apresentar a segunda parte do referencial de avaliação, exhibe-se a árvore das dimensões. Ela foi construída segundo as demarcações do Quadro 2 sobre os aspectos a serem avaliados, do qual emergiram dimensões, questionamentos e subdimensões a averiguar. Esses elementos encontram-se no Quadro 3.

Quadro 3 - A árvore das dimensões

<i>Dimensões a avaliar</i>	<i>Questões</i>	<i>Subdimensões</i>
<b>FORMAÇÃO DEMOCRÁTICA</b>	1) A vivência com a IIR permite aos estudantes obter uma melhor representação de seu mundo e de sua história, fazendo com que melhor se situem, além de fornecer uma real possibilidade de comunicação com os outros? 2) Durante a realização da IIR houve discussões acerca de questões econômicas e políticas sobre C&T? 3) A IIR atrai a atenção dos estudantes sobre as relações existentes entre conhecimentos científico e tecnológico com as questões sociais?	Perspectivas acerca da Ciência e Tecnologia em termos: - Humanístico; - Político e Econômico; - Social.
<b>FORMAÇÃO SOCIAL</b>	1) A vivência da IIR propicia aos estudantes uma formação cidadã? 2) Quais os êxitos e limites encontrados na vivência de IIR em relação aos objetivos pedagógicos? 3) Ao final da IIR considera-se que os estudantes tomaram um posicionamento fundamentado e responsável frente à situação-problema?	- Autonomia; - Comunicação; - Domínio; - Negociação.
<b>FORMAÇÃO MODELIZADORA</b>	1) As ações planejadas pelo professor favoreceram os estudantes a fazer uso dos objetivos operacionais? 2) Ao final da IIR considera-se que os estudantes foram alfabetizados científica e tecnologicamente?	- Fazer bom uso dos objetivos operacionais.

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a delimitação e organização das dimensões a serem avaliadas (formação democrática, social e modelizadora), utilizou-se o modelo ICP (Induzido, Construído e Produzido). Com isso, a dimensão “formação democrática” engloba características do induzido, a “formação social” trata-se do construído e a “formação modelizadora” do produzido. Cada dimensão apresenta objetivos específicos:

- i. **Formação democrática:** busca formar indivíduos capazes de realizar a integração de questões de valores, como ética e responsabilidade social, com saberes científicos e tecnológicos e suas subdimensões política, econômica, social e humanística. Parte do pressuposto de que, a partir disso, os indivíduos terão a possibilidade de participar na sociedade sendo capazes de tomar decisões relacionadas à C&T, assim como, de se constituírem de maneira pessoal

para poderem apreciar os conhecimentos e produções dessa área. Outra característica dessa formação é contribuir para que as C&T sejam vistas pelos indivíduos de maneira contextualizada com o mundo onde vivem.

- ii. **Formação social:** está na perspectiva da formação democrática. Sua preocupação é com o desenvolvimento dos atributos atitudinais necessários à interação humana com as situações cotidianas relacionadas à C&T. Esses atributos são: autonomia, comunicação, domínio, negociação e responsabilidade.
- iii. **Formação modelizadora:** tem como objetivo desenvolver nos estudantes habilidades operacionais necessárias para se resolver uma situação cotidiana sobre C&T. Dentre essas habilidades estão: fazer bom uso de especialistas, bom uso de caixas-pretas, bom uso de modelo simples, desenvolver uma IIR, fazer bom uso de metáforas e comparações, bom uso de interpretações de problemas de um contexto para outro, bom uso de negociações, bom uso da articulação entre saberes e decisões e bom uso de debates técnicos, éticos e políticos.

Diante dessas dimensões, estabelecem-se, no Quadro 4, critérios para se avaliar cada uma delas, sendo:

Quadro 4 - Critérios de avaliação

Dimensão	Critérios
Formação Democrática	<b>Existência</b> de discussões epistemológicas acerca da C&T e comprometimento com a sociedade; <b>Integração</b> dos conhecimentos da C&T com questões históricas, econômicas, políticas e sociais por parte dos estudantes; <b>Valorização</b> das questões culturais; <b>Interação</b> social dos estudantes; <b>Favorecimento</b> de um ensino voltado à formação cidadã e <b>adequação</b> à abordagem contextualizada de ensino.
Formação Social	<b>Organização</b> do projeto; <b>Autodeterminação</b> na decisão de como construir o produto final; <b>Conformidade</b> com alguns aspectos defendidos por Fourez (2005), como a busca por informações com especialistas, comunicação utilizando ideias prévias, domínio de termos da linguagem científica e a elaboração de uma representação compartilhada; <b>Autossuficiência</b> na busca de informações, escolha de caixas-pretas, escolha de bifurcações e de especialistas e especialidade a consultar; <b>Autoconfiança</b> na apresentação da representação elaborada; <b>Fundamentação</b> em conhecimentos acerca da C&T; <b>Vinculação</b> entre conhecimento acerca da C&T com a situação-problema e <b>Pertinência</b> na elaboração da representação.
Formação modelizadora	<b>Existência</b> de interpretação de problemas de um contexto para outro; <b>Modelização</b> ; <b>Fundamentação</b> ética; <b>Conformidade</b> referente aos debates técnicos, políticos e utilização de metáforas ou comparações; <b>Funcionalidade</b> da vivência na criação de um modelo interdisciplinar.

Fonte: Elaborado pela autora

Demarcados os referentes, caracterizadas as dimensões a avaliar e os critérios de avaliação, apresenta-se, a seguir, a segunda parte do referencial, Quadro 5, no qual se delimitam os indicadores e a instrumentação a ser utilizada. Esse quadro trata-se de uma integração e sistematização do que foi apresentado nos Quadros 2, 3 e 4. As dimensões, critérios e indicadores nele apontados fornecem elementos empíricos para se avaliar a consonância entre as vivências de IIR desenvolvidas e os pressupostos da ACT e da formação à cidadania. É importante destacar que o referencial de avaliação não é um quadro fixo, uma vez que pode ser ampliado ou reduzido a qualquer momento no processo de referencialização, dependendo das exigências. Ele também não é uma norma, mas um modelo que corresponde aos objetivos desta pesquisa.



Quadro 5 - Referencial de Avaliação (Parte 2)

<b>REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO – “Vivências de IIR relatadas em dissertações brasileiras da área de Educação em Ciências e Matemática”</b>				
<i>Dimensão: Formação democrática</i>				
<b>Subdimensões</b>	<b>Critérios</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentação</b>	
Humanística	Existência	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões epistemológicas sobre C&T.	- Tabela de leitura	
	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões históricas acerca da Ciência/Tecnologia.		
	Valorização	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões culturais		
Social	Integração	A vivência da IIR propicia discussões acerca da relação CTS		
	Existência	Os estudantes se comprometem na elaboração da representação pela sociedade		
	Favorecimento	O professor estimula a formação para a cidadania.		
	Interação	Os estudantes realizam intervenção na realidade		
	Adequação	A IIR permite um ensino contextualizado.		
Econômica e Política	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões econômicas.		
		O estudo, durante a IIR, propicia discussões sobre questões políticas.		
<i>Dimensão: Formação social</i>				
<b>Subdimensões</b>	<b>Critérios</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentação</b>	
Autonomia	Organização	Os estudantes organizam e sistematizam o projeto sem depender exclusivamente do professor.	- Tabelas de leitura	
	Autodeterminação	Os estudantes decidem como vão construir o produto final.		
	Conformidade			Os estudantes buscam informações com especialistas sobre a situação-problema.
				Os estudantes escolhem quais caixas-pretas abrir.
				Os estudantes escolhem qual bifurcação seguir para responder à situação-problema.
				Os estudantes escolhem quais especialistas e especialidades consultar.
	Autodetermina	Os estudantes tomam decisões frente ao		

	ção	problema.	
Comunicação	Conformidade	Os estudantes se comunicam utilizando suas ideias prévias.	
		A vivência de IIR propicia que os estudantes dominem termos da linguagem científica e tecnológica.	
	Existência	Os estudantes dialogam entre si.	
		Os estudantes dialogam com o professor. Os estudantes dialogam com os especialistas.	
Autoconfiança	Os estudantes demonstram segurança na apresentação da representação elaborada.		
Domínio	Fundamentação	Os estudantes discutem conhecimentos científicos.	
		Os estudantes discutem conhecimentos tecnológicos.	
		Os estudantes discutem conhecimentos sociais.	
	Conformidade	Os estudantes tomam decisões frente à situação-problema utilizando conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais.	
	Vinculação	Os estudantes relacionam os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema.	
Pertinência	Os estudantes elaboram uma representação fundamentada.		
Negociação	Existência	Os estudantes negociaram suas decisões frente à situação-problema	
	Conformidade	Os estudantes elaboram uma representação compartilhada	
<b>Dimensão: Formação modelizadora</b>			
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Instrumentação
Fazer bom uso dos objetivos operacionais	Existência	Os estudantes interpretam problemas de um contexto a outro.	- Tabela de leitura
		Os estudantes abrem caixas-pretas sem a ajuda de especialista.	
		Os estudantes abrem caixas-pretas com a ajuda de especialista.	
	Modelização	A partir da abertura das caixas-pretas, os estudantes constroem modelos simples para a utilização em determinados contextos.	
	Conformidade	Os estudantes utilizam analogias, metáforas ou comparações durante a vivência de IIR.	
		Os estudantes efetuam debates técnicos.	
Os estudantes realizam debates políticos.			

	Fundamentação	Os estudantes empregam aspectos éticos nas tomadas de decisões.	
	Funcionalidade	Os estudantes criam um modelo interdisciplinar (IIR).	

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.7. TABELA DE LEITURA: INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Para coletar os dados das dissertações elaborou-se uma tabela de leitura (Quadro 6), utilizando como alicerce os Quadros 2, 3, 4 e 5. Nela consta uma escala de análise que busca favorecer a emissão de um juízo de valor acerca da avaliação realizada. Essa escala visa comparar o grau de consonância entre as vivências de IIR com os pressupostos da ACT propostos por Fourez e os aspectos de formação social apresentados pelos documentos curriculares nacionais. A tabela de leitura apresenta a seguinte escala de graus de comparação: Sim; sim, com poucas limitações; sim, com muitas limitações; e não. São utilizados da seguinte forma:

- i) **Sim** – quando se encontra um indicador, no relato analisado, que apresente total consonância com a proposta de Fourez e os documentos curriculares nacionais.
- ii) **Sim, com limitações** – quando aparece um indicador que vai ao encontro das propostas, mas que apresenta algumas limitações, sem descaracterizar o critério esperado para ACT.
- iii) **Sim, com muitas limitações** – para um indicativo repleto de limitações que acabam por descaracterizar, em partes, o que se espera em termos de ACT.
- iv) **Não** – para quando não houver indicativo ou apresentar indícios do indicativo, mas totalmente descaracterizado da proposta original de Fourez e dos documentos curriculares nacionais.

Quadro 6 - Instrumento de análise

<b>REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO – “Vivências de IIR relatadas em dissertações brasileiras da área de Educação em Ciências e Matemática”</b>						
<i>Dimensão: Formação democrática</i>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim - com limitações	Sim - com muitas limitações	Não
Humanística	Existência	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões epistemológicas sobre C&T.				
	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões históricas acerca da Ciência/Tecnologia.				
	Valorização	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões culturais.				
Social	Integração	A vivência da IIR propicia discussões acerca da relação CTS.				
	Existência	Os estudantes se comprometam na elaboração da representação pela sociedade.				
	Favorecimento	O professor estimula a formação para a cidadania.				
	Interação	Os estudantes realizam intervenção na realidade.				
	Adequação	A IIR permite um ensino contextualizado.				
Econômica e Política	Integração	A vivência da IIR propicia				

		discussões sobre questões econômicas.					
		O estudo, durante a IIR, propicia discussões sobre questões políticas.					
<b>Dimensão: Formação social</b>							
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise				
			Sim	Sim - com limitações	Sim - com muitas limitações	Não	
Autonomia	Organização	Os estudantes organizam e sistematizam o projeto sem depender exclusivamente do professor.					
	Autodeterminação	Os estudantes decidem como vão construir o produto final.					
	Conformidade	Os estudantes buscam informações com especialistas sobre a situação-problema.					
	Autossuficiência		Os estudantes buscam informações sobre a situação-problema para a tomada de decisão sem a ajuda de especialistas.				
			Os estudantes escolhem quais caixas-pretas abrir.				
			Os estudantes escolhem qual bifurcação seguir para responder à situação-problema.				
			Os estudantes escolhem quais especialistas e				

		especialidades consultar				
	Autodeterminação	Os estudantes tomam decisões frente ao problema.				
Comunicação	Conformidade	Os estudantes se comunicam utilizando suas ideias prévias.				
		A vivência de IIR propicia que os estudantes dominem termos da linguagem científica e tecnológica.				
	Existência	Os estudantes dialogam entre si.				
		Os estudantes dialogam com o professor.				
		Os estudantes dialogam com os especialistas.				
	Autoconfiança	Os estudantes demonstram segurança na apresentação da representação elaborada.				
Domínio	Fundamentação	Os estudantes discutem conhecimentos científicos.				
		Os estudantes discutem conhecimentos tecnológicos.				
		Os estudantes discutem conhecimentos sociais.				
	Conformidade	Os estudantes tomam decisões frente à situação-problema utilizando conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais.				
	Vinculação	Os estudantes				

		relacionam os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema.				
	Pertinência	Os estudantes elaboram uma representação fundamentada.				
Negociação	Existência	Os estudantes negociaram suas decisões frente à situação-problema.				
	Conformidade	Os estudantes elaboram uma representação compartilhada.				
<b>Dimensão: Formação modelizadora</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim - com limitações	Sim - com muitas limitações	Não
Fazer bom uso dos objetivos operacionais	Existência	Os estudantes interpretam problemas de um contexto a outro.				
		Os estudantes abrem caixas-pretas sem a ajuda de especialista.				
		Os estudantes abrem caixas-pretas com a ajuda de especialista.				
	Modelização	A partir da abertura das caixas-pretas, os estudantes constroem modelos simples para a utilização em determinados contextos.				
	Conformidade	Os estudantes utilizam analogias, metáforas ou comparações				

		durante a vivência de IIR.				
		Os estudantes realizam debates técnicos.				
		Os estudantes realizam debates políticos.				
	Fundamentação	Os estudantes empregam aspectos éticos na tomada de decisões.				
	Funcionalidade	Os estudantes criam um modelo interdisciplinar (IIR).				

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.8. ANÁLISE DE CONTEÚDO

A análise dos dados foi realizada com base na metodologia de análise de conteúdo (BARDIN, 2010), que se define em:

Um conjunto de técnicas de análise de comunicação visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens (BARDIN, 2010, p. 44).

A finalidade da Análise de Conteúdo é a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto da comunicação (BARDIN, 2010).

A análise consiste em três etapas, a saber: organização do material, descrição analítica e busca de resultados (FRANCO, 2012). Na organização do material é feita a leitura flutuante dos documentos, a escolha dos documentos, a formulação de hipóteses e objetivos e a elaboração de indicadores (BARDIN, 2010). Neste trabalho, a Análise de Conteúdo é utilizada para averiguar os relatos contidos nas dissertações. Por causa disso, como apontado anteriormente, as dissertações foram selecionadas.

Na segunda etapa ocorre a exploração do material, na qual se busca, unidades de registro para elaborar categorias de análise. Para a



análise desta pesquisa realizou-se uma leitura minuciosa das dissertações e, a partir disso, selecionaram-se as unidades de registros que descreviam os principais aspectos a serem avaliados, conforme a orientação da tabela de leitura (Quadro 6). Esses elementos foram categorizados de acordo com os critérios e indicadores apontados na tabela de leitura (Quadro 6).

Para este estudo elaboraram-se categorias *a priori*, apresentadas como indicadores no referencial de avaliação e na tabela de leitura para a análise dos relatos. Segundo Franco (2012) e Bardin (2010), a categorização é uma operação de classificação dos elementos que ocorre por diferenciação, seguida do reagrupamento baseado em analogias, segundo critérios definidos.

Na última etapa busca-se inferir sobre os dados e realizar interpretações do conteúdo, de modo a trazer uma resposta para o problema pré-determinado.

### 3.9. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Figari (1996) aponta que a avaliação é um processo que consiste em recolher e interpretar as informações com vistas a se tomar decisões para o seu melhoramento. Compreende a avaliação como um ato de julgar, um prestar contas e um processo no qual se insere a comparação. Para isso, propõe a metodologia de referencialização, que se trata de um processo predominantemente qualitativo. Para sua realização, o principal passo é a construção de um referencial de avaliação para a comparação com o que se pretende avaliar. Nesta pesquisa, esse referencial foi construído de acordo com os pressupostos de Fourez e com as propostas de ensino presentes nos documentos curriculares nacionais. Nele constam os principais indicativos e critérios para o processo de ACT que se esperam encontrar nos relatos de IIR. Esses indicativos são apresentados, geralmente, na forma de ações a serem realizadas pelos estudantes ou professores. No próximo capítulo expõe-se a análise dos dados obtidos.

## CAPÍTULO 4: AVALIAÇÃO DAS VIVÊNCIAS DE IIRDA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA

Proposto o referencial de avaliação e delimitados os materiais para exame, apresentam-se, neste capítulo, uma breve descrição das IIR selecionadas e as avaliações. Como apontado anteriormente, para a análise, foram delimitadas dez dissertações, sendo que os respectivos registros foram numerados de um a dez, de acordo com a ordem cronológica de publicação. A seguir, expõe-se uma breve descrição das IIR relatadas nas dissertações analisadas

### 4.1. DISSERTAÇÃO 1: AS ILHAS DE RACIONALIDADE NA PROMOÇÃO DOS OBJETIVOS DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TÉCNICA

A Dissertação 1 conta com o relato de duas IIR's desenvolvidas por um professor de Física, em turmas de 2º ano de um colégio público federal de Florianópolis, no ano de 2002. As turmas foram chamadas de turma A e B. De acordo com o registro, o professor seguiu as mesmas estratégias de ensino para ambas. Por essa razão, apresenta-se, no Quadro 7, apenas a descrição de uma das IIR's realizadas (turma B). Segundo Betannin (2003), foi a turma que mais se destacou.

Quadro 7 - Descrição da vivência de IIR da Dissertação 1.

Etapas teóricas da metodologia de IIR	Descrição das etapas da vivência de IIR - Dissertação 1.
Elaboração de clichê da situação estudada	Apresentou-se a seguinte situação-problema aos estudantes: “como devemos proceder para manter uma residência de um pavimento, de 60m <sup>2</sup> , situada na região sul do Brasil, com uma temperatura ambiente de 20 °C?”. O professor expôs um quadro com sugestões de pesquisa, que eram: música + meio ambiente, artes + aspectos técnicos, história + engenharia, sociedade, química, biologia, física e experimental. Cada estudante elaborou três questões acerca da situação-problema. As questões foram escritas em um papel e entregues ao professor, que excluiu as repetidas e as que não tinham relação com o tema. As questões selecionadas foram organizadas por semelhança pelo professor.
Panorama espontâneo	Os estudantes delimitaram a situação-problema e dividiram-se em equipes, seguindo as orientações e sugestões de tema do professor (música + meio ambiente, artes + aspectos técnicos, história + engenharia, sociedade, química, biologia, física e experimental). De acordo com os temas, classificaram as questões do clichê. O professor fez a

	ampliação do clichê, passando de grupo em grupo, questionando e esclarecendo alguns aspectos que serviram como sugestões de pesquisa. Em uma aula posterior, os grupos fizeram uma breve apresentação destacando o que pretendiam pesquisar, o que haviam pesquisado, quais especialistas pretendiam consultar e qual seria a forma de apresentação do trabalho final.
Consulta aos especialistas e especialidades	Os estudantes realizaram pesquisas na internet, consultaram especialistas e apresentaram aos colegas uma pesquisa preliminar. Durante as pesquisas e a consulta aos especialistas, várias caixas-pretas foram abertas (algumas delas serão apresentadas durante a avaliação). Os estudantes realizaram uma segunda apresentação e as equipes expuseram alguns aprofundamentos disciplinares.
Indo a campo	
Abertura aprofundada de caixas-pretas e busca de princípios disciplinares	
Esquema global da situação estudada	As equipes se reuniram para a elaboração do material que faria parte da síntese final.
Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas	Durante as pesquisas, e ao longo dos debates realizados nas apresentações dos estudantes, várias caixas-pretas foram abertas sem a ajuda de especialistas.
Síntese da IIR produzida	Os estudantes realizaram uma apresentação final da pesquisa desenvolvida, expuseram os produtos finais individuais das equipes e esquematizaram o produto final da IIR.

Fonte: Elaborado pela autora

A seguir, apresenta-se a avaliação do relato da IIR em relação às três dimensões a avaliar, definidas no referencial de avaliação (Quadro 5): formação democrática, formação social e formação modelizadora.

#### 4.1.1. Avaliação do relato da vivência da IIR da Dissertação 1

Em relação à formação democrática, na primeira aula, o professor apresentou sugestões de pesquisa aos estudantes (descritas no Quadro 7), consonantes com os elementos que compõem os objetivos gerais definidos por Fourez (2005) e que fundamentam a dimensão formação democrática. Os temas sugeridos orientam os estudantes a realizar pesquisas no campo científico e tecnológico vinculadas às questões culturais, artísticas, históricas, sociais, humanas, ambientais e técnicas. Do ponto de vista teórico, a proposição do professor vai ao encontro das perspectivas de Fourez (2005), em termos de formação democrática. No entanto, é aconselhável que essas sugestões sejam negociadas com os estudantes durante o panorama espontâneo ou em etapas posteriores, que são os momentos destinados a estruturar a representação a ser construída. O clichê é quando os estudantes elaboram questões para expor suas curiosidades, representam espontaneamente o que compreendem da situação-problema e expõem seus conhecimentos

prévios. Diante disso, as sugestões do professor podem interferir nesse momento que se aconselha ser espontâneo (FOUREZ, 2005).

De acordo com o relato, a vivência de IIR favoreceu um ensino contextualizado, que pode ser resultado da situação-problema que apresentou uma situação com características reais dentro de um contexto específico. Segundo o relato, durante a sua delimitação, os estudantes opinaram que a casa estaria localizada aos arredores de onde morava a maioria dos estudantes e da escola. A aproximação da situação-problema com a vivência dos estudantes (contextualização) é vista como positiva teoricamente, pois está em harmonia com os documentos curriculares nacionais, e também com a visão de autores como Lima *et al.* (2000) e Santos (2007b). Essa contextualização possibilitou que os estudantes articulassem os saberes que detinham sobre a comunidade, o ambiente, o clima, a região e a cultura, com os conhecimentos científicos e tecnológicos, favorecendo a formação para a cidadania.

No decorrer do panorama espontâneo, o professor solicitou que fossem respondidas questões relacionadas ao uso de fontes térmicas e seu impacto ambiental, à proibição da fabricação de caixas d'água de amianto em alguns países, ao efeito do chumbo e componentes químicos das tintas no meio ambiente, à influência do gás CFC (Cloroflurcarboneto), usado na refrigeração, no meio ambiente, etc. Essas questões sugeridas possibilitaram aflorar debates sobre a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e estimularam a formação para a cidadania, já que se tratavam de questões sociais.

Sobre os aspectos econômicos, alguns grupos foram orientados a buscar “[...]informações sobre o funcionamento e a periodicidade de manutenção de um condicionador de ar, [...] e a diferença de preço e de funcionamento entre os aparelhos de diferentes BTUs” (BETTANIN, 2003, p. 82). Os grupos também poderiam “[...] caracterizar economicamente a família, determinando a sua renda mensal e a relação dos principais gastos” (BETTANIN, 2003, p. 83). Essas orientações, feitas pelo professor, colaboraram para que os estudantes contemplassem as questões econômicas com as C&T.

Durante a segunda apresentação, na etapa de abertura das caixas-pretas e busca de princípios disciplinares da IIR, as equipes abordaram assuntos científicos e tecnológicos, relacionando-os com questões éticas, sociais, econômicas e políticas. Alguns temas poderiam ter sido mais explorados pelos estudantes como, por exemplo, a discussão sobre questões históricas, previamente negociada entre o professor e os estudantes, que foi se perdendo ao longo das etapas da IIR.

Sobre os aspectos epistemológicos acerca da C&T, a vivência da IIR oportunizou a compreensão dessas questões, pois os estudantes discutiram alguns efeitos das tecnologias no meio ambiente e na qualidade de vida; estudaram sobre tecnologias que foram válidas por muito tempo, mas que hoje, é sabido, não são mais viáveis; discutiram sobre a evolução das tecnologias e a utilização dos conhecimentos científicos, a ponto de não aceitar esses conhecimentos como verdades inquestionáveis, mas sim, de utilizá-los de acordo com seus interesses e posicionamentos.

Em harmonia com o que Fourez (2002) sugere em relação às discussões acerca de questões econômicas e políticas, os estudantes levaram em conta a renda familiar de 1500 reais, a tecnologia do aparelho de ar-condicionado e a estrutura da casa e, por meio da articulação entre esses aspectos, chegaram à conclusão sobre a escolha do aparelho. Em termos éticos, tomaram decisões considerando o impacto ambiental, a renda da família, a qualidade de vida, etc., o que demonstra uma decisão normatizada pela ética e responsabilidade social.

Para avaliar a interação social dos estudantes, evidenciou-se que não realizaram nenhuma intervenção concreta na realidade. Porém, devido ao fato de buscarem conhecimentos com especialistas em livros e internet, percebe-se que houve uma certa intervenção na realidade.

Tratando-se da dimensão formação social, durante a etapa “clichê”, os estudantes tiveram a iniciativa de elaborar as questões de acordo com suas vontades e ideias prévias, embora possam ter sido influenciados pelos temas sugeridos pelo professor, pois houve concordância entre as questões elaboradas e os temas sugeridos.

Sobre o critério organização, avalia-se que os estudantes elaboraram o panorama espontâneo de maneira autônoma, e conclui-se que houve limitações durante essa etapa. Primeiro, porque as questões do clichê foram organizadas pelo professor, eliminando as questões repetidas e organizando-as por semelhança. Essa organização, respeitando as bases epistemológicas de Fourez (2005), seria mais apropriada se fosse feita pelo conjunto de estudantes. Segundo, porque durante a delimitação da situação-problema, o professor elaborou sugestões acerca de alguns aspectos a serem considerados e os estudantes as aceitaram prontamente. Isso demonstra que interferiu na organização do panorama espontâneo. Por outro lado, eles escolheram os especialistas, as especialidades e as caixas-pretas a serem abertas conforme suas decisões. Bettanin (2003) aponta que durante a seleção das caixas-pretas ocorreram reclassificações das questões e que, nesses momentos, aconteceram discussões e negociações por parte dos

estudantes para a tomada de decisões. Não houve nenhum indicativo encontrado no relato sobre o posicionamento quanto à bifurcação escolhida.

A turma definiu que o produto final seria a produção de uma página na internet. Para isso, buscou respostas com e sem a ajuda de especialistas. Durante as apresentações, os estudantes comunicaram-se utilizando termos científicos, dialogaram entre eles, com o professor e os especialistas. O link da página na internet não se encontra disponibilizado na dissertação analisada, no entanto, é possível concluir que foi feito de maneira compartilhada e fundamentada, uma vez que os estudantes consideraram as decisões da classe para responder à situação-problema, fundamentando-se, na maioria das vezes, em conhecimentos científicos e tecnológicos.

O domínio do conhecimento científico pôde ser notado quando os estudantes tomaram decisões considerando esses conhecimentos, como no exemplo a seguir:

[*Os alunos*] Demonstraram através de experiência que os corpos escuros absorvem mais intensamente a luz. [...]. Concluíram dizendo para a turma que quando a casa é pintada de tinta escura absorve maior quantidade de luz fazendo com que a temperatura aumente. (Grupo: Experimental) (BETTANIN, 2003, p. 92)

Nesse trecho, verifica-se que os estudantes tomaram decisões utilizando termos científicos, quando concluem que a casa não deve ser pintada de cor escura. Vincularam conhecimentos acerca da absorção de calor com a situação-problema e discutiram conhecimentos científicos e tecnológicos.

A negociação e o comprometimento são mais dois aspectos da formação social. Em relação a eles, os estudantes se comprometeram com o desenvolvimento do projeto. Um indício disso é a qualidade da pesquisa realizada, pois fizeram uma boa exploração das questões e abriram várias caixas-pretas. Demonstraram também comprometimento com a “família” que residia na casa e negociaram as decisões, considerando-a, como consta abaixo:

A equipe iniciou sua apresentação com a exposição dos gastos da família. Ao falar dos gastos com a empregada, uma aluna questionou: “empregada? ganhando R\$ 1.500,00 e morando

numa casa de 60m<sup>2</sup>?”. Este questionamento gerou uma discussão e decidiram que a família teria apenas uma faxineira que trabalharia semanalmente. [...] Durante a apresentação da equipe, os alunos alertaram que o piso não deveria ser de madeira, porque a madeira acumula muito pó. Isso seria prejudicial para a saúde da pessoa alérgica<sup>26</sup>que vive na casa (BETTANIN, 2003, p. 91 e 92).

Segundo Bettanin (2003), ao realizar a consulta das questões do clichê em fontes como livros e internet, os estudantes utilizaram mais de uma fonte de pesquisa, demonstrando comprometimento.

Em termos de formação modelizadora, durante a apresentação da situação-problema e da proposta de trabalho, o professor esclareceu aos estudantes que “[...] o trabalho se fundamenta numa metodologia que visa elaborar um produto final único [...] sob o ponto de vista de diferentes campos do conhecimento” (BETTANIN, 2003, p. 73). Esse esclarecimento pode ter auxiliado os estudantes a tomarem consciência da realização de um trabalho interdisciplinar, deixando-os livres para abordar assuntos de diversas áreas do conhecimento. Esclarecimentos como esses são importantes para o desenvolvimento de uma IIR.

Durante as apresentações feitas pelos grupos, alguns destacaram que abriram algumas caixas-pretas com e sem ajuda de especialistas. São exemplos disso:

Respondemos duas perguntas sem a consulta de especialista (Grupo: História + Engenharia) [...] Nesta última semana visitamos algumas lojas e construtoras como a Uniclina (por telefone), Cezar (Lagoa da Conceição) e JR ar condicionados. Além disso, consultamos e entrevistamos dois pedreiros: Carlos Alberto e José, e um Engenheiro civil, Roberto. [...] A maioria das nossas perguntas foram respondidas por estes especialistas (Grupo Artes +AT) (BETTANIN, 2003, p. 85 e 86).

Durante as apresentações, também ocorreu a interpretação de problemas de um contexto a outro, como citado a seguir:

---

<sup>26</sup> Durante a delimitação da IIR estipulou-se que haveria uma pessoa alérgica na casa.



[*Os alunos*] Demonstraram através de experiência que os corpos escuros absorvem mais intensamente a luz. Para isso usaram uma luminária, dois tubos plásticos revestidos, um de material branco e outro preto e dois termômetros. Em cada tubo plástico foi inserido um termômetro e em seguida foi incidido a luz na parede dos tubos. Passados alguns minutos eles mostraram para a turma que a temperatura do termômetro do recipiente preto estava com 2° C a mais que o outro. Concluíram dizendo para a turma que quando a casa é pintada de tinta escura absorve maior quantidade de luz fazendo com que a temperatura aumente (Turma 2ª B- Grupo: Experimental) (BETTANIN, 2005, p. 92).

No trecho, percebe-se a relação entre a tradução de problemas de um contexto a outro por meio da realização de comparações feitas pelos estudantes, como aponta Fourez (2005). Neste caso, eles interpretam a situação da casa de acordo com o experimento elaborado, realizando, assim, uma interpretação de contexto. Percebe-se ainda que se utilizam de um modelo simples para explicar um conceito científico.

Os estudantes articularam conhecimentos científicos e tecnológicos com os saberes não científicos, as questões éticas e o contexto da situação-problema para a tomada de decisões. Um exemplo dessa articulação foi quando modelizaram qual a melhor forma de manter a casa aquecida, utilizando diferentes modelos e quantidades de ar-condicionado, e tendo recorrido a uma segunda opção, menos ideal, mas conforme a renda da família. Outro caso ocorreu quando decidiram não utilizar piso de madeira, porque acumula muito pó, e isso seria prejudicial à saúde da pessoa alérgica que mora na casa. Por meio desses relatos, é possível dizer que ocorreram indicativos de debates éticos, pois consideraram a realidade da família para a tomada de decisões.

É importante ressaltar que as questões éticas não apareceram somente quando consideraram os indivíduos da casa, mas também quando pensaram nos aspectos ambientais, ao perceberem, por exemplo, que determinadas tecnologias poderiam causar impactos no meio ambiente. Quando se fala em ética, as pessoas costumam pensar a ética do “outro”, mas a ética reside na decisão que se faz respeitando o outro e também a si mesmo (afinal, o “outro” também é “si mesmo”). Por isso, é necessário pensar na globalidade e se inserir nela, e isso ocorreu

durante essa vivência de IIR. Aconteceram também debates técnicos, quanto à escolha do ar-condicionado, e políticos, em relação à tríade: tecnologia escolhida X condição econômica família X preservação do meio ambiente. Esses debates possibilitaram uma reflexão crítica e interativa sobre situações reais e existenciais para os estudantes. De maneira geral, pode-se concluir que os estudantes desenvolveram um modelo interdisciplinar, pois responderam à situação-problema, considerando diversos conhecimentos.

Uma única observação nessa IIR foi uma indução, até certo ponto forte, por parte do professor ao propor a divisão de tópicos a serem explorados antes do clichê. Tecnicamente, pode-se afirmar que foi uma ação equivocada. Na sequência da IIR, a liberdade de escolha dos estudantes se recompôs, tanto dos assuntos a serem aprofundados quanto nas decisões tomadas.

De acordo com a análise do relato da dissertação 1, percebe-se que o professor, por meio de sugestões, priorizou discussões relacionadas às questões culturais, epistemológicas, sociais, artísticas e históricas. Por outro lado, os estudantes silenciaram aquelas relacionadas às discussões culturais, artísticas e históricas, dando prioridade, principalmente, às éticas, econômicas, epistemológicas, políticas, ambientais, científicas e tecnológicas. Se mostraram comprometidos e em vários momentos autônomos e capazes de produzirem uma resposta à situação problema de maneira fundamentada.

No apêndice B, encontra-se o quadro avaliativo que sintetiza a avaliação do relato de vivência de IIR da Dissertação 1.

#### 4.2. DISSERTAÇÃO 2: DESAFIO DOCENTE: AS ILHAS DE RACIONALIDADE E SEUS ELEMENTOS INTERDISCIPLINARES

A Dissertação 2 apresenta três relatos de IIR. Duas delas foram desenvolvidas com turmas de 2º ano do EM, em um colégio público federal de Florianópolis/SC, por dois professores de Física (P1 e P2) (um em cada turma). A terceira IIR foi desenvolvida em um colégio público estadual, situado em Taió/SC, com uma turma de 3º ano do EM, por um professor de Biologia. As três IIR's foram realizadas no ano de 2003. Para a descrição das vivências dessas IIR's exibidas nos Quadros 8 e 9, usa-se a nomenclatura IIR1, IIR2 e IIR3.

Quadro 8 - Descrição da vivência de IIR1 e IIR2 - Dissertação 2.

Etapas teóricas da metodologia de IIR	Descrição das etapas da vivência de IIR1 - Dissertação 2.	Descrição das etapas da vivência de IIR2 - Dissertação 2.
Elaboração de clichê da situação estudada	Apresentaram-se aos estudantes a proposta da IIR e a situação-problema: “Como devemos proceder para avaliar qual o melhor sistema de aquecimento de água para se utilizar em uma residência de 60m <sup>2</sup> , situada em Florianópolis?”. Cada estudante elaborou três questões acerca da situação-problema. As questões foram escritas em um papel e entregues ao professor, que excluiu questões repetidas, organizando-as em uma lista para ser entregue à turma.	Apresentou-se aos estudantes a proposta da IIR, a mesma situação-problema da IIR1. Cada estudante formulou três questões sobre a situação-problema. As questões foram entregues ao professor que as organizou em uma lista e entregou aos estudantes.
Panorama espontâneo	Os estudantes delimitaram a situação-problema de acordo com aspectos sugeridos pelo professor 1. Sobre as questões do clichê, descartaram as irrelevantes, formularam novas e, após isso, agruparam-nas por semelhança. O professor nomeou os agrupamentos segundo suas características, sendo: técnica de aquecimento elétrico e a lenha, ambiental, saúde, normas técnicas, técnicas de aquecimento solar e a gás, engenharia, economia e especialista em água. Como cada equipe ficou responsável por um dos temas, escolheram as questões mais pertinentes do tema do qual ficaram responsáveis.	Os estudantes delimitaram a situação-problema de acordo com aspectos sugeridos pelo professor 2; definiram os especialistas a serem consultados e se organizaram em equipes de acordo com as especialidades que elencaram necessárias para responder às questões; selecionaram as questões a serem estudadas e as distribuíram de acordo com as especialidades; formularam mais questões para responder à situação-problema; determinaram se utilizariam livros e internet e fizeram uma breve apresentação, na qual expuseram as questões selecionadas, os locais de consultas, os possíveis especialistas consultados e a forma do produto final da equipe. Após essas atividades, o professor atendeu as equipes individualmente, sugerindo questões sobre a situação-problema.
Consulta aos especialistas e especialidades	As equipes pesquisaram informações na internet, consultaram especialistas e apresentaram aos colegas uma pesquisa preliminar.	As equipes pesquisaram informações na internet, consultaram especialistas e apresentaram aos colegas as pesquisas realizadas.
Indo a campo	Fizeram a abertura de caixas-pretas durante as pesquisas e expuseram, nas apresentações, alguns	Fizeram a abertura de caixas-pretas durante as pesquisas e expuseram, por
Abertura aprofundada de caixas	Fizeram a abertura de caixas-pretas durante as pesquisas e expuseram, nas apresentações, alguns	Fizeram a abertura de caixas-pretas durante as pesquisas e expuseram, por

pretas e busca de princípios disciplinares	aprofundamentos disciplinares. O professor 1, durante as apresentações, corrigiu alguns equívocos dos estudantes e abriu algumas caixas-pretas relacionadas à física.	meio das apresentações, alguns aprofundamentos disciplinares.
Esquema global da situação estudada	As equipes se reuniram em um período extraclasse para a elaboração do produto final da IIR.	As equipes se reuniram em sala de aula para a elaboração do produto final da equipe e para esquematizar o produto final da turma.
Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas	Durante as pesquisas, e ao longo dos debates realizados nas apresentações, várias caixas-pretas foram abertas sem a ajuda de especialistas.	Durante as vivências de IIR várias caixas-pretas foram abertas sem a ajuda de especialistas.
Síntese da IIR produzida	Os estudantes realizaram uma apresentação final da pesquisa desenvolvida e, em uma última aula, expuseram o produto final da IIR.	Os estudantes expuseram o produto final das equipes sobre o que estudaram e o produto final da turma (o produto final da IIR).

Fonte: Elaborado pela autora

No Quadro 9 apresenta-se a descrição da IIR3. O professor elaborou a situação-problema utilizando-se de um problema local, que se referia ao uso de agrotóxico em arrozais vinculado ao elevado índice de pessoas com câncer na região. A causa mais provável dessa relação seria o ponto de captação da água para consumo, que recebe os resíduos das arrozais da região.

Quadro 9 - Descrição da vivência de IIR3 da Dissertação 2.

<b>Etapas teóricas da metodologia de IIR</b>	<b>Descrição das etapas da vivência de IIR3 - Dissertação 2.</b>
Elaboração de clichê da situação estudada	Nesta etapa, apresentaram-se aos estudantes a proposta da IIR e a situação-problema: “Como cultivar arroz, diminuindo o impacto ambiental dos mananciais em Taió?”, e um vídeo sobre a importância da água. A partir disso, o professor sugeriu aos estudantes que suscitassem pontos importantes sobre a situação-problema. Alguns dos pontos foram: agrotóxico, área de manejo, herbicida, mananciais, impacto ambiental, etc. Para verificar as ideias prévias dos estudantes, o professor questionou-os acerca desses assuntos, perguntando, por exemplo, o que significa impacto ambiental.
Panorama espontâneo	Para a delimitação da situação-problema, os estudantes sugeriram pesquisar rótulos de venenos, consultar os produtores de arroz e agrônomos e pesquisar na faculdade para ver se a água da região é contaminada. O professor solicitou que fosse feito o agendamento de encontros com especialistas. Os estudantes definiram que os consultariam por meio de questões. Formaram-se equipes para a consulta aos especialistas, quando foram evocados outros nomes de profissionais, surgindo uma

	lista de especialistas.
Consulta aos especialistas e especialidades	A turma selecionou quais especialistas consultariam e agendaram encontros com eles. Nesses encontros, a turma se mobilizou para questioná-los, sendo que, ao final, deveriam entregar um relatório da palestra e das discussões ao professor. Os estudantes também foram levados a uma propriedade rural para acompanhar todo o processo do plantio de arroz.
Indo a campo	
Abertura aprofundada de caixas-pretas e busca de princípios disciplinares	As caixas-pretas relacionadas às diversas especialidades foram abertas com a ajuda de especialistas.
Esquema global da situação estudada	As equipes se reuniram em sala de aula para a elaboração do produto final da IIR, que seria uma cartilha a ser entregue aos agricultores. No entanto, durante a organização e escolha do material, os estudantes resolveram mudar o destinatário da cartilha e, ao invés de ser o agricultor, seriam os filhos dos agricultores. O professor relutou quanto à escolha dos estudantes, e para resolver esse impasse, ficou negociado, entre os estudantes e o professor, que seria entregue uma cartilha para os agricultores e um <i>folder</i> aos filhos dos agricultores.
Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas	Não ocorreu.
Síntese da IIR produzida	Os estudantes elaboraram o <i>folder</i> e a cartilha voltados às crianças e adultos e entregaram o material ao professor.

Fonte: Elaborado pela autora

A seguir, apresentam-se as avaliações dos três relatos de IIR da Dissertação 2.

#### 4.2.1. Avaliação do relato de vivência da IIR1 da Dissertação 2

Em termos de formação democrática, na primeira aula, o professor apresentou a situação-problema e orientou os estudantes sobre a necessidade de delimitá-la e avaliá-la sob aspectos variados, ao dizer que “[...] a questão agora é avaliar qual é a melhor solução do ponto de vista ecológico, do ponto de vista econômico e do ponto de vista social” (SCHMITZ, 2004, p. 193), o que indica que os estudantes foram orientados a discutir questões econômicas, sociais e a relação CTS.

A situação-problema apresentada se organiza em torno de um projeto que busca avaliar qual o melhor sistema de aquecimento de água para se utilizar em uma residência. É uma situação concreta pautada em um contexto bem específico na região de Florianópolis, que propicia um ensino contextualizado e favorece aos estudantes a tomada de decisões adequadas e racionais, dificultando, assim, “receitas prontas” para a construção da representação. Isso possibilita a interação social e o comprometimento dos estudantes.

Na delimitação da situação-problema, os estudantes situaram uma residência em um bairro próximo à escola. Isso pode ser exitoso para eles, pela possibilidade de articulação dos saberes que já possuem sobre a localidade com os conhecimentos científicos e tecnológicos para se chegar ao produto final IIR. Nesse contexto, podem perceber a situação como um problema que, se respondido, poderão utilizar a representação elaborada em suas casas. No entanto, é importante frisar que qualquer situação-problema com contexto passível de uma realidade já se torna mais aceitável e compreensível para os estudantes do que a apresentação de conteúdos científicos que se encerram neles mesmos.

Outro aspecto positivo da situação-problema é que se a pretensão do ensino científico e tecnológico é estimular uma formação para cidadania, como se defende nos documentos curriculares nacionais e por Fourez, ela vai ao encontro dessa perspectiva. Nesses termos, possibilita que os estudantes articulem questões tecnológicas (como, por exemplo, sistemas de aquecedores de água) com questões científicas (como transmissão de calor e eletricidade) e um contexto social.

Em relação aos agrupamentos das questões elaboradas no clichê, os estudantes decidiram pesquisar questões sobre as técnicas e tecnologias relacionadas ao aquecimento da água, meio ambiente, economia e saúde. Essa divisão demonstra que não se restringiram a estudar apenas conhecimentos físicos, visto que a IIR foi feita em aulas de Física, mas integraram outras áreas do conhecimento. Esses agrupamentos apresentam coerência com alguns dos objetivos gerais propostos por Fourez (2005), entre os quais, a consideração dos conhecimentos da C&T, meio ambiente, sociedade, economia e política.

Nas apresentações das pesquisas pelas equipes, durante a etapa de abertura das caixas-pretas e busca de princípios disciplinares, houve discussões de aspectos relacionados à epistemologia da C&T, economia, política, meio ambiente, sociedade e cultura. A equipe ambiental, por exemplo, sugeriu fazer o reaproveitamento da água da chuva para o consumo na residência, como uma forma de economizar nos gastos. Isso evidencia que houve uma preocupação dos estudantes com o meio ambiente e com a situação econômica da família. O professor aproveitou a ocasião para conscientizar os estudantes sobre os maus hábitos relacionados ao consumo e sobre os cuidados com a poluição e contaminação do meio ambiente. Ele orientou que a preocupação com a água deve ir além da questão econômica, ao dizer que “[...] nós devemos procurar preservá-la para que não falte às gerações futuras” (SCHMITZ, 2004, p. 205). Isso indica que houve discussões acerca da economia,

ética e meio ambiente, além de indicar que os estudantes buscaram tomar decisões de maneira a corresponder às necessidades humanas.

Na segunda apresentação, a equipe sobre técnicas de aquecimento solar e a gás comentou que não conseguiu informações sobre o aquecedor a gás. Nesse momento, o professor discutiu questões éticas, epistemológicas e políticas acerca da C&T. De acordo com o Schmitz (2004), o professor afirmou que “[...] existem interesses econômicos (ocultos), por isso, às vezes, temos dificuldade de obter a informação. E dizer que as informações são democraticamente distribuídas é uma ‘balela’. As pessoas de maior poder aquisitivo têm mais acesso às informações” (SCHMITZ, 2004, p. 207).

A equipe sobre economia apresentou as vantagens e desvantagens de cada sistema (elétrico, solar, a gás e a lenha) e escolheu o sistema a ser utilizado na residência segundo os critérios de impacto ambiental e expectativa de retorno financeiro. Comentou que existe um aquecedor para a população de baixa renda que não é divulgado, reforçando as colocações do professor sobre o acesso às informações e suas implicações. Essas colocações, por parte do professor e dos estudantes, favorecem a compreensão das questões epistemológicas sobre C&T. Isso permite que eles compreendam que a C&T apresenta interesses, finalidades e uma intencionalidade por se tratar de uma construção humana voltada a responder projetos específicos, assim como descreve Fourez (1995; 2005). Em termos epistemológicos, o professor também comentou que é necessário desenvolver projetos e pesquisas científicas para aperfeiçoar os sistemas atuais de aproveitamento de energia. E complementou que é utopia viver sem agredir o meio ambiente, embora se deva pensar em maneiras de minimizar os impactos causados. Essas discussões possibilitam aos estudantes perceber que os conhecimentos científicos e tecnológicos produzidos afetam a sociedade, assim como a sociedade afeta esse desenvolvimento, conforme indicam os pressupostos de Fourez (2005).

O professor abordou questões culturais, relacionando a utilização de um sistema de aquecimento central com o uso de lenha. Afirmou que em lugares onde há reflorestamento ou uma grande quantidade de madeira, esse sistema de aquecimento é economicamente viável. Por outro lado, esse sistema não faz parte da cultura de Florianópolis, pois é complicado encontrar lenha na região.

Sobre os estudantes realizarem intervenção na realidade, pode-se dizer que a IIR1 foi limitada nesse aspecto, pois embora pesquisassem um contexto próximo a eles, não fizeram nenhuma intervenção direta na realidade em que vivem. Por outro lado, podem-se considerar a

elaboração do produto final (página de internet) e as consultas aos especialistas como formas de intervenção na realidade.

Não foram encontrados indicativos na IIR1 sobre o favorecimento de discussões acerca de questões históricas relacionadas à C&T.

Sobre a formação social, o professor 1 manifesta preocupação e cuidado para não interferir na autonomia dos estudantes. Um exemplo ocorre quando o professor diz que “[...] se deve tomar cuidados para não direcionar os alunos e levantar as possíveis questões que os alunos podem fazer” (SCHMITZ, 2004, p. 191).

Durante a vivência da IIR1, os estudantes tiveram a oportunidade de realizar o clichê e delimitar a situação-problema, classificando as questões do clichê, escolhendo a forma do produto final (página de internet), os especialistas e as especialidades a serem consultados, selecionando quais caixas-pretas abrir e escolhendo a bifurcação a seguir de maneira autônoma. Essas ações possibilitaram um posicionamento independente por parte dos estudantes frente ao problema. Os estudantes consultaram especialistas e se mostraram autossuficientes na busca de conhecimentos sem a ajuda de especialistas, já que encontraram as respostas que procuravam.

Em vários momentos houve a tomada de decisões dos estudantes frente à situação-problema como, por exemplo, na delimitação da renda familiar e na escolha do tipo de aquecedor que seria utilizado na casa.

Para a subdimensão comunicação, percebe-se que os conhecimentos científicos e tecnológicos que os estudantes buscaram para responder à situação-problema, apareceram como uma mediação compartilhada dentro da comunicação entre eles, sendo a base do diálogo promovido (FOUREZ, 2005). Por meio do enredo, é possível perceber que os conhecimentos da C&T os auxiliaram a explorar o seu próprio mundo. Os conhecimentos científicos e tecnológicos apareceram como uma mediação em vista de um projeto, e não como teorias com um fim em si mesmo. Eles realizaram discussões utilizando termos da linguagem científica e tecnológica, e da comunicação, mediante o uso de ideias prévias (principalmente no clichê), de diálogos entre eles, com o professor e os especialistas. Foram estimulados, pelo professor, a desenvolver a comunicação, seja na elaboração do clichê por meio de questões escritas, na consulta aos especialistas e nas apresentações das pesquisas ou debates em sala de aula.

De acordo com o relato, a vivência da IIR1 também favoreceu que fossem adquiridos domínios acerca de conhecimentos científicos e tecnológicos, relacionados, sobretudo, a sistemas de aquecimentos e



troca de calor. As equipes discutiram sobre C&T e o professor, em momentos propícios da apresentação, aproveitou para discutir e aprofundar conhecimentos relacionados à Física. A maneira coerente com que relacionaram os conhecimentos da C&T à situação-problema demonstra que houve o domínio desses conhecimentos.

O relato da IIR1 apresentou limitações quanto à tomada de decisões. Na terceira aula destinada à pesquisa, o professor solicitou que decidissem qual o tipo de sistema de aquecimento seria usado no projeto da casa. Segundo o relato, “[...] surgiram opiniões apenas particulares, destituídas de embasamento teórico ou técnico” (SCHMITZ, 2004, p. 206). Assim, as decisões tomadas não consideraram os dados já consultados e não contaram com a participação de todos. Uma sugestão para esse problema seria o professor questioná-los acerca da escolha dos grupos, para tomarem sua decisão de acordo com o que foi pesquisado, buscando, assim, a forma mais viável. No entanto, pode-se dizer que a representação final da IIR1 foi pertinente e construída segundo os conhecimentos científicos e tecnológicos estudados.

Os estudantes também se mostraram comprometidos na resolução da situação-problema, pois houve uma preocupação em buscar respostas considerando os conhecimentos científicos e tecnológicos, os aspectos ambientais, econômicos e de saúde. Ocorreram negociações durante a vivência, embora, conforme comentado, houve um momento em que a negociação foi frouxa, pois os conhecimentos já estudados para a tomada de decisões foram desconsiderados. Por outro lado, durante as apresentações, os estudantes negociaram com maior firmeza (negociação compromissada) ao decidir o tipo de aquecimento de água. A equipe sobre economia expôs as vantagens e desvantagens dos vários sistemas de energia, e “apresentou o custo do sistema de energia solar”, dizendo “que outros sistemas podem ser mais baratos, mas adotando como critério de escolha, o impacto ambiental e a expectativa de retorno financeiro, apontou para a energia solar como sendo a melhor escolha” (SCHMITZ, 2004, p. 207). Desta forma, houve uma negociação e uma tomada de decisão articulada com o estudado.

O produto final foi organizado por um único estudante da turma, mas esse produto continha as pesquisas e as decisões tomadas pela turma, o que justifica uma elaboração de uma representação compartilhada.

No que se refere à formação modelizadora, constatou-se que os estudantes interpretaram a situação-problema de acordo com as pesquisas sobre os sistemas de aquecimento. Essa IIR não é marcada por muitas consultas aos especialistas, pois a maioria das consultas foi

realizada por meio da internet. Porém, o modo como recorreram aos especialistas foi adequado, já que não dependeram deles para a resolução do problema ou os desconsideraram do processo. Buscaram, na verdade, informações com especialistas e em fontes diversas, articulando-as com os conhecimentos cotidianos e a situação-problema.

Durante as apresentações, os estudantes apresentaram as caixas-pretas que abriram com e sem a ajuda dos especialistas. O professor, durante a apresentação, assumiu muitas vezes o papel de especialista, abrindo algumas caixas-pretas relacionadas à Física e corrigindo equívocos dos estudantes sobre os conhecimentos dessa disciplina. Alguns exemplos disso ocorreram durante as apresentações das equipes: “aquecimento solar e a gás”, “técnica de aquecimento elétrico e a lenha” e “técnica de aquecimento solar e a gás”. A primeira apresentou dados técnicos sobre a intensidade da energia solar, explicando o funcionamento das placas de aquecimento. Então, o professor aproveitou para falar sobre os três tipos de transmissão de calor. A segunda explicou o funcionamento do chuveiro elétrico e da torneira elétrica. Desta vez, o professor explicou a relação entre potência e resistência elétrica e a diferença entre resistência e resistor. Já a terceira fez uma explicação sobre o funcionamento do aquecedor solar do tipo convecção livre e do tipo convecção forçada, e o professor, no intuito de corrigir alguns equívocos conceituais, abriu algumas caixas-pretas relacionadas ao tema.

As apresentações que aconteceram na etapa de abertura de caixas-pretas e busca de princípios disciplinares, relatadas na Dissertação 2, foram importantes para a identificação da produção de indicativos sobre a realização de debates técnicos, éticos e políticos pelos estudantes. Os estudantes articularam saberes e decisões na escolha do sistema de aquecimento da casa e realizaram debates técnicos acerca dos diferentes sistemas de aquecimento. O professor também os auxiliou, abrindo algumas caixas-pretas relacionadas às questões técnicas. Os debates éticos estiveram presentes, principalmente, na decisão da escolha do sistema de aquecimento segundo as questões ambientais. Além disso, durante a vivência da IIR1, o professor 1 discutiu assuntos relacionados ao desenvolvimento da C&T, comentando acerca dos interesses políticos que se encontram na distribuição de informações relacionadas à C&T e da necessidade de se pensar nas gerações futuras e buscar maneiras que minimizem os impactos ambientais. Os debates políticos ocorreram durante a escolha de um sistema adequado para a situação da família e quando o professor comentou sobre a organização social da C&T.

Todas essas discussões favoreceram que os estudantes criassem um modelo interdisciplinar (IIR), pois além de utilizarem conhecimentos científicos e tecnológicos, utilizaram também conhecimentos escolares e não escolares de maneira cooperativa para a construção da representação. Pode-se dizer que os estudantes puderam olhar para a situação-problema de maneira interdisciplinar. É importante destacar o papel do professor 1, que desde o início da IIR reforçou a importância de um trabalho interdisciplinar, ao esclarecer, desde o início, que a metodologia tinha por característica “[...] a elaboração de um produto, que responderá a situação colocada sob o olhar de diversos campos do conhecimento, não apenas do ponto de vista da Física, pois não são só as questões de Física que irão resolver a solução do problema” (SCHMITZ, 2004, p. 193). Esses esclarecimentos possibilitam aos estudantes tomar consciência da realização de um trabalho interdisciplinar.

Em relação aos indicadores de avaliação: “A partir da abertura das caixas-pretas, os estudantes constroem modelos simples para a utilização em determinados contextos” e “Os estudantes utilizam analogias, metáforas e comparações durante a vivência de IIR”, não foram encontrados relatos sobre a presença desses indicativos.

No apêndice C apresenta-se o resumo da avaliação do relato da IIR1 da Dissertação 2.

#### **4.2.2. Avaliação do relato de vivência da IIR2 da Dissertação 2**

Em relação à formação democrática, não foram encontrados indicativos referentes à subdimensão humanística. Para reparar essa limitação, uma possibilidade seria o professor, durante o panorama espontâneo, negociar com os estudantes a importância de se trabalhar essas questões relacionadas à epistemologia, história e cultura. Poderia questioná-los, por exemplo, sobre a cultura em usar sistemas elétricos. Em termos históricos, poderia questionar sobre a evolução das tecnologias dos sistemas de aquecimento. Em relação à epistemologia, assim como na IIR1, poderia discutir sobre a distribuição de informações acerca da C&T, sobre o caráter de como a tecnologia atende a interesses sociais, políticos e econômicos para a sua construção, etc. São várias as possibilidades de discussão acerca dessas questões, e nesse quadro é importante destacar a ajuda do professor para a apropriação do conhecimento (CUSTÓDIO *et al.*, 2013). Como já discutido anteriormente, defende-se que um dos aspectos referentes ao papel do professor, durante o desenvolvimento de uma IIR, é favorecer a

promoção dos objetivos da ACT. Nesse contexto, seria adequado que, por meio de uma negociação, o professor abordasse questões relacionadas aos aspectos humanísticos, dando aos alunos a possibilidade de aceitar ou não discutir esses assuntos.

Em relação à subdimensão social, a situação-problema favoreceu um ensino contextualizado, visto que se organizou em torno de um projeto e representou uma situação com características reais, pautada em um contexto específico (residência de 60m<sup>2</sup>, Florianópolis/SC), favorecendo aos estudantes a tomada de decisões razoáveis e racionais, dificultando, assim, que encontrem “receitas prontas” para a construção da representação. Os estudantes foram estimulados à formação cidadã, já que tiveram que se posicionar frente a uma problemática inserida em um contexto social. Não fizeram nenhuma intervenção palpável na sociedade, porém, o fato de se posicionarem frente a essa problemática e buscar informações, pode ser considerada uma intervenção na realidade. Durante a vivência da IIR2 aconteceram discussões sobre CTS, sobretudo porque os estudantes relacionaram a situação-problema e os conhecimentos de C&T com questões ambientais e econômicas. O comprometimento dos estudantes foi outro aspecto importante relatado, pois tiveram o compromisso de elaborar uma representação pertinente à situação-problema, considerando vários aspectos, desde a questão econômica da família aos problemas mais gerais que um sistema de aquecimento de água poderia causar ao meio ambiente. Discutiram-se nas aulas questões econômicas relacionadas, principalmente, à renda da família e ao custo benefício dos aparatos tecnológicos. Não foram encontrados indicativos de discussões políticas, no entanto, o fato de os estudantes realizarem negociações sobre a problemática, destaca que houve debates políticos. Segundo Fourez (2005), quando um grupo está à procura de um compromisso entre os demais grupos que não necessariamente compartilham os mesmos valores, acontecem debates políticos.

Um das subdimensões a ser avaliada na formação social é a autonomia. Os dados indicam que a IIR2 foi exitosa nessa subdimensão, pois apresentou todos os indicativos que caracterizam esse atributo.

Na primeira etapa da IIR2, o clichê, os estudantes elaboraram as questões sem a ajuda do professor, demonstrando iniciativa na realização do projeto. No panorama espontâneo, o professor solicitou que selecionassem as questões que ajudariam a construir a IIR2. Por aclamação, eles retiraram as questões repetidas e as que não tinham relação com a situação-problema. Segundo Schmitz (2004), os estudantes “[...] não se preocuparam em discutir sobre a importância de

cada questão, se ela ajudaria ou não a resolver a situação-problema” (SCHMITZ, 2004, p. 216). Com isso, houve a seleção das caixas-pretas a serem abertas, embora os estudantes tenham se limitado a não realizar uma discussão fundamentada para a escolha de quais delas abrir. Para ser autossuficiente na seleção das caixas-pretas, é necessário articular saberes com decisões e negociar sobre a escolha para não correr o risco de não se chegar à representação final. Os estudantes, seguindo algumas orientações do professor, delimitaram a situação-problema e escolheram quais especialistas consultar. Na sequência, a turma se dividiu em equipes e as questões selecionadas de acordo com as especialidades foram distribuídas. Não consta no relato qual bifurcação foi escolhida, mas se percebe que as decisões tomadas na escolha do sistema de aquecimento se relacionavam, na maioria das vezes, a questões econômicas e ambientais. Como produto final, eles escolheram a produção de uma maquete, porém, devido à falta de tempo, elaboraram um relatório explicando a representação elaborada. Em termos de organização, considera-se que conseguiram elaborar o panorama espontâneo de maneira autônoma, embora com algumas limitações.

Na equipe sobre engenharia elétrica havia um estudante filho de um engenheiro eletricitista. Com isso, o grupo buscou informações com esse profissional para responder às perguntas. Consultaram também um professor de biologia, um vendedor de loja de construção e o próprio professor de física que coordenou a IIR2. Outras informações foram pesquisadas na internet. Diante das informações obtidas, os estudantes tomaram decisões frente à situação-problema.

Em termos da subdimensão comunicação, durante o clichê comunicaram suas ideias utilizando ideias prévias. Realizaram diálogos por meio dos debates em aula, apresentações, consultas aos especialistas e conversas com o professor. Durante as apresentações, explicaram os diversos sistemas de aquecimento de água utilizando termos científicos e tecnológicos. Um exemplo disso constata-se na fala de um dos estudantes da equipe sobre engenharia elétrica:

A gente foi pesquisar pra saber quanto que se gasta por mês, não calculamos, mas já sabemos como se faz. Tem que saber quantas horas por mês se gasta, principalmente o chuveiro, que é um dos que gasta mais. Verificando a potência do chuveiro e quanto que é o Kilowatts hora. Depois, quanto que custa a instalação (SCHMITZ, 2004, p.223).

Schmitz (2004) também expõe que uma das equipes explicou sobre o heliógrafo, um instrumento para medir o tempo de insolação. Por meio desses dois exemplos é possível concluir que os estudantes foram estimulados a dominar termos da linguagem científica e tecnológica.

Sobre o domínio, ocorreram algumas discussões acerca dos conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais por parte dos estudantes, como no trecho a seguir.

A equipe, Engenharia (Aquecimento elétrico), trouxe um chuveiro elétrico e comentou seu funcionamento. [...] Em seguida, [...] o professor falou sobre efeito joule, corrente elétrica, fusível, potência e voltagem [...]

[A equipe Físicos] apresentaram o funcionamento de um aquecedor solar, o posicionamento das placas, a quantidade de placas necessárias para o consumo da casa e os tipos de transmissão de calor (SCHMITZ, 2004, p. 225 e 226).

De acordo com trecho, percebe-se que a equipe engenharia abordou a tecnologia do chuveiro elétrico enquanto o professor aproveitou para discutir questões científicas relacionadas à disciplina de Física. Já a equipe Físicos apresentou o aquecedor solar, que é um artefato tecnológico, e discutiu assuntos relacionados à física.

A seguir, apresentam-se indicativos de que os estudantes tomaram decisões frente à situação-problema, utilizando conhecimentos científicos e tecnológicos.

A primeira equipe a falar foi a Biologia, afirmando que pesquisaram as três formas de aquecimento e concluíram, “que o aquecimento solar é o mais viável, por que não agride o meio ambiente”. Com relação ao aquecimento a gás, eles argumentaram que libera muito CO<sub>2</sub>, devido à queima do gás, aumentando o efeito estufa. Quanto ao aquecimento, usando energia elétrica, “A energia é produzida através de usinas, e estas usinas, para serem construídas, acabam alagando boa parte do meio ambiente próximos a elas” (SCHMITZ, 2004, p. 222).

Por meio desse relato, pode-se concluir que houve a vinculação dos conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais com a situação-problema, refletindo na pertinência e na fundamentação da representação final elaborada.

Em relação à subdimensão negociação, constatou-se que os estudantes se comprometeram a elaborar uma representação acerca da problemática apresentada, buscando o sistema de aquecimento mais econômico e menos agressivo ao meio ambiente. A representação final foi compartilhada e houve negociações durante o desenvolvimento do projeto para a escolha do tipo de aquecimento.

Na dimensão formação modelizadora, os estudantes interpretaram problemas de um contexto a outro, pois realizaram pesquisas, interpretando, a partir delas, a situação-problema. Um exemplo disso ocorreu quando a equipe Biologia estudou os tipos de aquecimentos, chegando à conclusão que o melhor a ser utilizado na casa é o modelo solar, por ser o que menos agride o meio ambiente. Outro exemplo foi quando a equipe Engenharia consultou um especialista para saber o valor do gasto de energia elétrica da casa. Concluíram que precisavam saber “[...] quantas horas por mês se gasta, principalmente o chuveiro, que é um dos que gasta mais. Verificando a potência do chuveiro e quanto que é o Kilowatts hora. Depois, quanto que custa a instalação” (SCHMITZ, 2004, p. 223). No primeiro caso, a equipe articula as decisões sobre a forma de energia a ser utilizada na casa segundo os conhecimentos adquiridos; no segundo, a outra equipe articula os saberes para responder acerca do custo de energia.

Para a escolha do sistema de aquecimento, os estudantes também fizeram comparações entre os aparelhos, principalmente em relação à eficiência, economia e agressão ao meio ambiente. No entanto, para o desenvolvimento de modelizações ou explicações de alguns conceitos científicos, não utilizaram nenhuma comparação ou metáfora.

Algumas caixas-pretas foram abertas com a ajuda de especialistas, enquanto outros conhecimentos a partir de pesquisas na internet. Embora tenham aprofundado alguns conhecimentos, houve poucas construções e utilizações de modelos simples. Em apenas um momento foi relatado que uma equipe que recorreu a um modelo simples para a explicação do sistema de aquecimento solar, feito com garrafas pet.

Os debates éticos, técnicos e políticos aconteceram em vários momentos do relato da vivência da IIR2. Em cada decisão tomada, os estudantes consideravam as questões ambientais e econômicas, os indivíduos, a eficiência dos sistemas e a negociação entre os estudantes.

Além disso, foram consideradas várias áreas do conhecimento para responder à situação-problema, caracterizando a elaboração de uma representação interdisciplinar. No apêndice D consta a síntese da avaliação do relato da IIR2.

#### **4.2.3. Avaliação do relato de vivência da IIR3 da Dissertação 2**

A vivência da IIR3 da Dissertação 2, em termos de formação democrática e da subdimensão humanística, propiciou a ocorrência de discussões culturais. Isso se deu porque a situação-problema voltava-se a uma problemática decorrente da cultura agrícola da região, ou seja, o cultivo de arroz e o uso de agrotóxico. Em relação às discussões históricas, durante uma consulta a um especialista (agrônomo), ele “[...]fez um relato sobre a origem e o uso de agrotóxicos” (SCHMITZ, 2004, p. 237), afirmando que o uso do agrotóxico expandiu a produção de alimentos no mundo. Isso indica que a vivência propiciou discussões acerca de questões históricas. Não foram encontrados indicativos da compreensão dos estudantes acerca de questões epistemológicas.

Em relação à subdimensão social, a IIR permitiu um ensino contextualizado, visto que os estudantes puderam compreender um problema real oriundo de onde moravam e pensar em sua solução. Tiveram a oportunidade de realizar uma intervenção na realidade, com a entrega de cartilhas e *folders* aos agricultores e seus filhos, buscando conscientizá-los para chegar a uma melhoria em termos de qualidade de vida na região. Os estudantes, na busca dessa conscientização, se mostraram comprometidos com a resolução do problema. Tiveram a oportunidade de ir à Câmara Municipal para pedir um posicionamento dos vereadores, favorecendo, assim, a formação para a cidadania, pois tomaram uma atitude frente à sociedade, ao exigir dos políticos uma ação. A turma, com essa problemática, pôde integrar questões CTS, tratando uma questão social de acordo com os conhecimentos de C&T.

Na subdimensão econômica e política, ocorreram discussões sobre questões políticas e econômicas, inclusive, como citado anteriormente, quando os estudantes foram até a Câmara. Durante a consulta ao agrônomo, ele “[...] reforçou os aspectos políticos, econômicos e sociais, para mostrar por que o Brasil ainda usa agrotóxicos já condenados nos outros países” (SCHMITZ, 2004, p. 237). Comentou ainda que, em relação ao uso de agrotóxicos, há uma preocupação tanto por parte do governo quanto por parte de certos grupos sociais sobre um equilíbrio entre a produtividade e o impacto ambiental (SCHMITZ, 2004). Essas questões, segundo Schmitz,



trouxeram preocupação aos estudantes que discutiram entre eles sobre a maneira de diminuir o uso de produtos químicos e a conscientização dos produtores de arroz.

Tratando-se da formação social em relação à autonomia, os estudantes tiveram a iniciativa de realizar o clichê de forma autônoma, apontando temas que consideravam importantes para resolver a situação-problema. Organizaram o projeto durante o panorama espontâneo e decidiram como construir o produto final sem o auxílio do professor. Para responder à situação-problema, contaram exclusivamente com a ajuda de especialistas e não abriram nenhuma caixa-preta por conta própria. No relato, o autor não comenta se os estudantes escolheram uma bifurcação para responder à situação-problema, porém, percebe-se, pelo enredo da vivência, que se posicionaram partindo de questões que envolviam a saúde da população e a qualidade do meio ambiente para elaborar a representação. Com isso, conclui-se que escolheram qual bifurcação seguir para dar resposta à situação-problema, embora não tenham discutido sobre isso. Em relação à tomada de decisão, realizaram várias escolhas por conta própria durante o projeto.

Na subdimensão comunicação, dialogaram entre eles utilizando suas próprias ideias prévias e com os especialistas e o professor. Durante a maior parte da IIR3, conviveram com especialistas, o que favoreceu o diálogo mútuo e o domínio de termos da linguagem científica. Durante os encontros com a turma, os especialistas utilizaram vários termos científicos, por exemplo, quando o médico explicou o efeito do veneno no organismo, ao dizer que “[...] estas substâncias têm a capacidade de fazer mutação ao nível celular, nas divisões celulares” (SCHMITZ, 2004, p. 241).

Em relação ao domínio, os especialistas discutiram conhecimentos científicos e tecnológicos, favorecendo a fundamentação teórica dos estudantes. De acordo com o relato, para a elaboração da cartilha e do *folder*, os estudantes consideraram os conhecimentos fornecidos pelos especialistas, de modo a elaborar uma representação fundamentada e relacionar os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema. Não há indicativos na IIR3 de que os estudantes tenham tomado decisões frente à situação-problema utilizando conhecimentos sobre C&T.

A negociação e responsabilidade é outra subdimensão da formação social. Segundo Schmitz (2004), houve o comprometimento da turma na solução do problema, que elaborou uma representação

compartilhada. No entanto, não há registros no relato de que os estudantes tenham negociado suas decisões frente à situação-problema.

Sobre a formação modelizadora, o relato apresenta debates técnicos, políticos e éticos. Os debates técnicos versavam, principalmente, sobre técnicas utilizadas no plantio de arroz; os políticos acerca das políticas de preservação ao meio ambiente; os éticos quanto à preservação dos mananciais da região de Taió, à sustentabilidade e à saúde da população da região em relação ao uso de agrotóxicos nas plantações de arroz.

As caixas-pretas foram abertas com a ajuda de especialistas e os estudantes articularam essas informações elaborando o produto final de maneira interdisciplinar.

Uma das limitações em relação à formação modelizadora foi que os estudantes não abriram caixas-pretas sem a ajuda de especialistas. Segundo Fourez (2005), é aconselhável que os estudantes não fiquem dependendo apenas dos especialistas para responder a um problema, mas saibam ter autonomia para buscar a solução da situação.

Não foram encontrados indicativos de que interpretaram problemas de um contexto a outro, de que construíram modelos simples a partir da abertura de caixas-pretas e utilizaram analogias, metáforas ou comparações no relato de IIR3. No apêndice E apresenta-se a síntese avaliativa do relato da IIR3.

#### 4.3. DISSERTAÇÃO 3: DESAFIOS, POTENCIALIDADES E COMPROMISSOS DE UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA PARA A FORMAÇÃO CIDADÃ: PRÁTICA CTS CONSTRUÍDA A PARTIR DE UMA ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE SOBRE RECICLAGEM DE LIXO URBANO

A vivência de IIR relatada na Dissertação 3 foi desenvolvida pelo próprio pesquisador, formado em Física, em uma turma regular de 2º ciclo da EJA (Educação de Jovens e Adultos) equivalente às 2ª e 3ª séries do nível médio, de uma escola da rede pública de ensino de Belém/PA, no ano de 2006. O tema da situação-problema da IIR foi escolhido pelos estudantes. No quadro 10 consta a descrição da vivência da IIR.

Quadro 10. Descrição da vivência de IIR da Dissertação 3

<b>Etapas teóricas da metodologia de IIR</b>	<b>Descrição das etapas da vivência de IIR - Dissertação 3.</b>
Elaboração de clichê da situação estudada	Nesta etapa, o professor apresentou a proposta de IIR e os estudantes elencaram uma situação-problema a estudar. Primeiramente, propuseram 16 temas, entre os quais, violência na escola, educação e boas maneiras, reciclagem, drogas, lixo, gravidez na adolescência, cigarro, calor em Belém, etc. O tema escolhido foi reciclagem, no entanto, deram ênfase à reciclagem do lixo urbano. Os estudantes elaboraram questões, por escrito, sobre suas dúvidas e curiosidades acerca do assunto. As questões foram registradas no quadro da sala.
Panorama espontâneo	Para a delimitação da situação-problema, o professor e os alunos negociaram a finalidade do projeto (cartilha à comunidade), seus destinatários e o tipo de produto a elaborar. Definiu-se que os estudantes confeccionariam uma cartilha com papel reciclado para informar à comunidade da escola e aos arredores acerca da reciclagem do lixo urbano. Elaborou-se uma lista com os atores envolvidos no projeto e ocorreram discussões sobre as perguntas do clichê para que fossem reescritas e delimitadas. Os estudantes foram instigados a revelar posicionamentos e possíveis respostas às questões, pensando nas disciplinas que poderiam consultar. Analisaram as questões do clichê para a busca de normas e condições impostas para a situação, postura e tensões. Em relação às normas e condições, resolveram estudar as leis sobre reciclagem do estado; já sobre as posturas e tensões, levantaram os aspectos controversos presentes nas questões do clichê e definiram que responderiam as questões de acordo com o contexto, evitando discutir questões mundiais ou nacionais, por exemplo. Além disso, elaboraram uma lista de caixas-pretas a serem abertas, composta de assuntos a serem abordados e locais a serem visitados, além de apontar especialistas e especialidades a serem consultados e se dividir em grupos de acordo com subtemáticas derivadas das questões do clichê e das discussões em sala <sup>27</sup> . Para a divisão dos grupos de acordo com as subtemáticas, o professor utilizou como critério a afinidade cognitiva e interpessoal do estudante pelo assunto, a amizade entre os membros e o acesso de pelo menos um membro à internet.
Consulta aos especialistas e especialidades	Os estudantes consultaram especialistas por meio de entrevistas e fizeram pesquisas via internet, livros, revistas, legislações, etc. O professor destinou duas aulas para a busca de princípios disciplinares, uma com ele (professor de Física), e a outra, com o professor de Química, nas quais se discutiram questões disciplinares.
Indo a campo	
Abertura aprofundada de caixas-pretas e	

<sup>27</sup> O professor elaborou subtemáticas de acordo com as discussões feitas em sala de aula, apresentando-as aos estudantes.

busca de princípios disciplinares	
Esquema global da situação estudada	Realizaram-se apresentações parciais dos trabalhos desenvolvidos por cada grupo. Os estudantes, durante as apresentações, sugeriram realizar uma visita ao aterro sanitário da cidade, que foi feita, e também assistir a uma palestra sobre educação ambiental <sup>28</sup> .
Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas	Foram abertas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas durante as pesquisas feitas pelos estudantes, na etapa, indo a campo.
Síntese da IIR produzida	Foi realizada uma apresentação final, na qual cada grupo expôs um modelo para a cartilha, relatando quais seriam os conteúdos que estariam presentes nela. Os estudantes realizaram uma mostra à comunidade para a apresentação do material elaborado.

Fonte: Elaborado pela autora.

### 4.3.1. Avaliação do relato de vivência da IIR da Dissertação 3

Em relação à formação democrática, o relato expõe que a IIR da Dissertação 3 propiciou que os estudantes compreendessem algumas questões epistemológicas em relação à C&T, como pode ser observado no trecho a seguir, em que um estudante percebe como os conhecimentos científicos e tecnológicos afetam a sociedade, pois, segundo ele:

[...] a interferência da ciência foi necessária para que a reciclagem pudesse ser uma opção de reaproveitamento do lixo, pois se não tivesse equipamento pra transformar um material velho, teríamos lixo para todo o lado. Se não fosse a tecnologia, não dava para transformar a latinha nem o papel (SOUSA, 2007, p. 86 - grifos nossos).

Realizaram-se diversas discussões culturais como, por exemplo, quando os estudantes compararam a situação de Cuba, em que o governo exige que a população devolva às farmácias os frascos vazios dos remédios, enquanto que no Brasil isso não ocorre. Um estudante comentou: “Aqui, amontoamos lixo sem consciência do proveito que podemos tirar” (SOUSA, 2007, p. 87). Outro exemplo foi quando ocorreu a discussão sobre o estilo de vida consumista das pessoas e

---

<sup>28</sup> O professor classificou a visita ao aterro e a palestra sobre educação ambiental como atividades complementares, de modo que não compõem nenhuma das etapas da IIR previstas por Fourez.

quando argumentaram que o “[...] problema do lixo também é estrutural, depende da maneira como as sociedades se organizaram em função de seu desenvolvimento” (SOUSA, 2007, p. 112). Não foram encontrados indicativos acerca de discussões históricas por parte dos estudantes.

A situação-problema elaborada pelos estudantes foi adequada, pois permitiu um ensino contextualizado. De acordo com Sousa (2007), o professor-pesquisador orientou os estudantes para que elaborassem uma situação-problema de acordo com a realidade da turma. Isso favoreceu que fizessem intervenções na sociedade e fossem estimulados a uma formação cidadã. Como intervenção na sociedade, elaboraram uma mostra à comunidade pertencente à escola, com o intuito de conscientizá-la. Durante a elaboração da representação, tiveram a oportunidade de discutir a relação CTS, relacionando, por exemplo, o lixo produzido pela população com conhecimentos de química e física e com os problemas que essa produção causa à sociedade. Diante da problemática, mostraram-se comprometidos e preocupados com os problemas sociais e ambientais causados pelo lixo. Esse relato foi marcado, principalmente, pela grande quantidade de indicativos relacionados a discussões econômicas e políticas. A seguir, apresentam-se alguns trechos dessas discussões, em que “[...] o governo incentiva o reaproveitamento do lixo em acordos legais, mas mascara a questão ambiental” (SOUSA, 2007, p. 91).

“[...] a reciclagem ainda é vista mais por seu lado econômico que pela conservação do meio ambiente”. Para os membros, “o governo, apesar de falar em educação ambiental, incentiva muito mais o lucro que a conscientização”, as empresas com mais tecnologia acabam lucrando muito mais que os catadores, por exemplo, reciclagem só é boa medida do ponto de vista econômico quando poupa energia e recursos. [...] a reciclagem pode ser uma saída para o desenvolvimento econômico brasileiro (SOUSA, 2007, p. 92).

Em relação à formação social, os estudantes tiveram a iniciativa de elaborar o clichê de forma autônoma. Organizaram o panorama espontâneo por meio de negociações com o professor, delimitando a situação-problema, determinando a finalidade do projeto, seus destinatários, tipo de produto a elaborar, a lista de especialistas e especialidades a consultar, as caixas-pretas a serem abertas, e listando os possíveis posicionamentos a tomar frente ao problema e às normas e

condições impostas para a elaboração da representação. Essas ações evidenciam que os estudantes conseguiram organizar o panorama espontâneo com êxito. Mostraram-se dinâmicos, buscando informações com os especialistas, e autossuficientes na coleta de informações em fontes como livros, internet e jornais. Sobre a escolha da seguinte bifurcação, decidiram que responderiam aos questionamentos segundo “[...] os aspectos que a comunidade deve conhecer, pessoas do bairro, professores da escola, endereços do bairro”, evitando discutir questões mundiais ou nacionais, por exemplo (SOUSA, 2007, p. 74). O fato de escolherem a seguinte bifurcação retrata a independência em tomar decisões frente à situação-problema, que é outro indicativo referente à formação social.

Os estudantes manifestaram iniciativa em relação à comunicação, utilizando ideias prévias para a elaboração da situação-problema e do clichê. Estabeleceram diálogos entre si, com especialistas e o professor durante o percurso da IIR, favorecendo o domínio em termos de linguagem científica, pois, nas consultas aos especialistas, utilizaram termos científicos às explicações. Questões científicas e tecnológicas foram discutidas pelos estudantes. De acordo com Sousa (2007), em um relatório sobre as características dos materiais recicláveis, escreveram que “[...] o vidro não é sólido como parece, mas um líquido onde as moléculas não formaram um sólido, uma rede cristalina” (SOUSA, 2007, p. 87). Outro exemplo foi quando explicaram conceitos físicos, como “[...] energia de vibração molecular (energia cinética), energia de ligação entre as moléculas (energia potencial), temperatura e calor latente” (SOUSA, 2007, p. 87) ou sobre “biodegradação e polímeros” (SOUSA, 2007, p. 89). Esses trechos exibidos podem ser utilizados para justificar que os estudantes adquiriram uma fundamentação teórica e relacionaram conceitos científicos com a situação-problema, elaborando, dessa maneira, uma representação fundamentada.

A negociação e a responsabilidade são atitudes necessárias para a formação social e, em relação a elas, a turma se comprometeu na elaboração da representação, buscando informações em várias fontes e considerando questões relacionadas à qualidade de vida das pessoas. Realizaram-se negociações que, segundo Sousa (2007), foram frouxas, e não construíram um produto final único.

Correspondendo à formação modelizadora, recorreram aos especialistas, abrindo caixas-pretas com e sem a ajuda deles. A partir das informações recolhidas, articularam saberes e decisões para a elaboração das cartilhas a serem entregues à comunidade. Para essa articulação, empregaram debates éticos, técnicos e políticos. No

emprego de aspectos éticos, um estudante, por exemplo, argumentou que “a colaboração em relação ao meio ambiente passa por uma educação de valores morais do ser humano” (SOUSA, 2007, p. 97). A partir disso, surgem outras propostas de ação, como a “[...] instalação de um posto de coleta seletiva na entrada da escola”, “organizar os estudantes da noite para comprar baldes com as cores de cada material reciclável”, “divulgar os princípios da educação ambiental para os colegas do período noturno”, etc. (SOUSA, 2007, p. 97). Alguns estudantes também argumentaram que a reciclagem beneficia tanto a economia quanto o meio ambiente, porém, a maioria da turma defendeu que a preservação do meio ambiente deve ser a maior meta da reciclagem. Os debates técnicos ocorreram em torno das técnicas de reciclagem e os políticos quanto às legislações ambientais. Como resultado disso, em algumas cartilhas apareceu o reconhecimento dos deveres e direitos como o eixo principal para a conscientização de uma cidadania voltada aos aspectos ecológicos, como se evidencia nestas passagens: “[...] devemos cobrar da prefeitura e das autoridades serviços e leis mais rigorosas. Esse é o nosso papel como EcoCidadãos” e “[...] existem empresas que se encarregam de fazer a reciclagem do lixo. Podemos também colaborar com elas [...] Nada de sujar nosso local de vida. Vamos ser éticos!! Faz bem a todos nós!” (SOUSA, 2007, p. 99). Além disso, nas cartilhas, os estudantes apontaram a violação de direitos humanos dos catadores de lixo da região, que passam por sérios problemas de qualidade de vida, sem nenhuma lei de amparo, solicitando uma atitude por parte dos governantes.

De acordo com o relato da vivência da IIR, conclui-se que se desenvolveu um modelo interdisciplinar devido à variedade de especialistas e especialidades consultados. Não foram encontrados indicativos de que os estudantes interpretaram problemas de um contexto a outro, construíram modelos simples e utilizaram analogias, metáforas ou comparações durante a vivência de IIR. No apêndice F apresenta-se a avaliação do relato da IIR da Dissertação 3.

#### 4.4. DISSERTAÇÃO 4: ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DO EDUCAR PELA PESQUISA NO ESTUDO DAS FONTES DE ENERGIA

A metodologia de IIR analisada na Dissertação 4 foi desenvolvida pela professora-pesquisadora (professora de Física), com uma turma da primeira série do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual do município de Santo Ângelo/RS, no ano de 2007. Para a elaboração da situação-problema, ela buscou identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre energia, trabalho, força e potência. Para a identificação, utilizou seis atividades baseadas em associações de palavras, definições ou descrições de conceitos, exemplos, análise de uma montagem experimental e análise de situações de conservação de energia. A seguir, no Quadro 11, segue a descrição da vivência de IIR.

Quadro 8 - Descrição da vivência de IIR da Dissertação 4

Etapas teóricas da metodologia de IIR	Descrição das etapas da vivência de IIR - Dissertação 4
Elaboração de clichê da situação estudada	A professora apresentou à turma a seguinte situação-problema: “Uma empresa deseja construir uma usina (ou gerador), para suprir o consumo de energia elétrica de uma casa, com um quarto, uma sala, um banheiro e uma área de serviço. É necessário que se desenvolva um projeto deste gerador/usina, informando o seu funcionamento detalhado, as condições de funcionamento, o custo de funcionamento, as vantagens e desvantagens em relação ao meio ambiente. Para isso, cada grupo, deve desenvolver e defender o seu projeto, usando uma fonte de energia renovável ou não renovável”. Os estudantes fizeram questionamentos sobre conceitos de física, levantaram hipóteses sobre a solução da situação-problema e citaram as seguintes fontes de energia: energia solar, eólica, hídrica e nuclear.
Panorama espontâneo	Nesta etapa ocorreu a divisão dos estudantes em grupos; reelaboração e aumento das questões do clichê; delimitação da situação-problema; levantamento de hipóteses sobre a construção da planta baixa da casa; delimitação dos utensílios e aparelhos eletroeletrônicos para a casa projetada; construção e apresentação do esboço da planta da casa e da lista de utensílios eletroeletrônicos; indicação de especialistas a consultar; escolha preliminar, de cada grupo, sobre a fonte de energia utilizada para resolver a situação-problema.
Consulta aos especialistas e especialidades	Os estudantes consultaram os especialistas e também buscaram informações em fontes diversas.
Indo a campo	Os estudantes descreveram aparelhos eletroeletrônicos para o cálculo do consumo energético; reconstruíram a planta da casa a partir da consulta aos especialistas e especialidades; levaram à sala de aula artigos de jornais e revistas que tratavam de



	<p>questões sobre o aquecimento global, fontes alternativas de energia, etc.; realizaram análises e discussões acerca desses textos e apresentaram à turma os resultados dessas atividades. Após as apresentações, ocorreram discussões, quando surgiu a necessidade de se realizar uma nova consulta aos especialistas. A turma decidiu visitar o laboratório de pesquisa e o Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS e consultar os professores e funcionários desses espaços. Para a consulta, elaboraram questões para a entrevista. Depois da visita, em sala de aula, expressaram, na forma de uma produção escrita, o que aprenderam no laboratório e no museu.</p>
Abertura aprofundada de caixas-pretas e busca de princípios disciplinares	<p>A professora-pesquisadora dedicou algumas aulas para que fossem abertas caixas-pretas. As questões aprofundadas foram relativas à energia potencial e cinética, à potência, à força e como calcular o consumo de energia da casa. Durante as aulas, os estudantes calcularam os gastos de energia das supostas casas, fizeram comparações com valores reais, elaboram hipóteses sobre a construção da usina ou gerador para a casa, funcionamento de um gerador e sobre os possíveis impactos ambientais produzidos nesse sentido. Para a análise dos impactos ambientais, os grupos buscaram e selecionaram informações em artigos de jornais e revistas sobre as fontes de energia para a análise e discussão em sala de aula. Realizaram também uma pesquisa bibliográfica sobre como se constrói uma usina ou gerador a partir de uma fonte de energia renovável ou não renovável.</p>
Esquema global da situação estudada	<p>Os grupos apresentaram a síntese da IIR realizada até o momento e indicaram os avanços e as perspectivas da construção da representação final.</p>
Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas	<p>Os estudantes buscaram informações por iniciativa própria em diversas fontes de pesquisa para o aprofundamento de conhecimentos e construção de novos argumentos.</p>
Síntese da IIR produzida	<p>Realizou-se a apresentação final das representações construídas pelos grupos.</p>

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.4.1. Avaliação do relato de vivência da IIR da Dissertação 4

Correlacionada à formação democrática, a relato indicou compreensões epistemológicas acerca da Ciência. De acordo com Prestes (2008), em diversos momentos da IIR, os estudantes identificaram “[...] as causas e os efeitos do uso e avanço da Ciência e Tecnologia, assim como dos impactos nos setores: econômico, político, social e ambiental” (PRESTES, 2008, p. 82). Não foram evidenciados outros indicativos relacionados à subdimensão humanística.

Sobre a subdimensão social, o relato expõe discussões acerca da relação CTS. Um desses momentos ocorreu durante o aprofundamento

disciplinar, quando os estudantes levaram à sala de aula textos de jornais e revistas e se realizou, com o auxílio da professora, a análise desses textos, “[...] explorando diversas dimensões: científica, tecnológica, social e das interações CTSA” (PRESTES, 2008, p. 55). A situação-problema é considerada adequada em relação à contextualização, pois forneceu subsídios aos estudantes para pensarem no destinatário do problema (uma empresa), nos autores envolvidos e em um problema que poderia ser real. Deste modo, foram levados a refletir sobre um contexto específico. Como a problemática apresentava características reais, isso estimulou a formação da cidadania, pois os estudantes tiveram que refletir sobre um problema de caráter social. Não houve nenhuma intervenção social. Sobre o comprometimento, alguns grupos empregaram aspectos éticos na resolução do problema, como na decisão que envolvia qual fonte de energia escolher:

Escolhemos a energia solar, pois não é poluente ao meio ambiente, não libera CO<sub>2</sub>. Também é uma energia renovável, economiza água e outras fontes de energia que estão ou estarão escassas. É uma energia barata se for pelo Sistema Conectado em Rede (PRESTES, 2008, p. 82).

Por outro lado, houve um grupo que escolheu uma fonte não renovável, o petróleo, mesmo sabendo que prejudica o meio ambiente. “Escolhemos uma fonte não renovável o petróleo. A utilização do petróleo traz grandes riscos ao meio ambiente, transporte, refino até o consumo, com a produção de gases que poluem a atmosfera” (PRESTES, 2008, p. 83). Diante dessas duas situações controversas, considera-se que houve limitações durante a IIR.

Ocorreram discussões acerca da economia, por exemplo, sobre os “[...] custos reais de construção e manutenção de uma casa, evidenciando aspectos ligados ao desperdício de energia e formas de economia” (PRESTES, 2007, p. 87) e sobre a relação economia de energia X destruição ecológica. Não há indicativos da realização de discussões políticas.

Sobre a formação social, na etapa clichê, os estudantes foram autônomos, pois levantaram vários questionamentos por conta própria, demonstrando iniciativa para a realização do projeto. Esses questionamentos, segundo a professora, voltaram-se, sobretudo, à Física. Na elaboração do panorama, os estudantes discutiram entre eles sobre as questões a serem respondidas, escolheram (cada grupo) uma fonte de

energia preliminar a ser estudada durante o projeto e escolheram especialistas para realizar consultas. As delimitações sobre a situação foram elaboradas pela professora e apresentadas aos demais colegas. Ela forneceu um guia de atividades a ser realizado pelos estudantes para esclarecer a proposta, entre as quais havia sugestões sobre como construir a planta baixa da casa em escala, relacionar os móveis e utensílios eletroeletrônicos em cada cômodo da casa, descrever as características de consumo energético dos utensílios, etc. Não há indicativos de negociação entre o professor e os alunos sobre o guia e a delimitação. De acordo com a proposta de Fourez (2005), seria indicado que os estudantes organizassem por conta própria o panorama espontâneo para terem a oportunidade de contextualizar a situação-problema, encontrar finalidades que deem sentido ao projeto, estabelecer destinatários para adaptar a representação e, assim, prever a representação e estabelecer caminhos para a elaboração. Como produto final, cada grupo apresentou o projeto de usina/gerador desenvolvido durante a IIR, segundo o guia da professora e de acordo com a situação-problema. Desta forma, os estudantes não tiveram autonomia na escolha do produto final.

Na consulta aos especialistas, mostraram-se dinâmicos, ao selecioná-los e elaborar as questões para consulta. Alguns dos especialistas eram professores da escola, que puderam trabalhar em aula algumas questões disciplinares acerca da situação-problema. Sobre a autossuficiência dos estudantes em abrir caixas-pretas sem a ajuda dos especialistas, ocorreram limitações. Eles buscaram informações em fontes diversas, como livros, revistas e jornais, porém, a abertura delas ocorreu em sala com a ajuda da professora que realizou discussões e análises acerca desse material. O professor, ao desenvolver uma IIR, deve ter consciência que um dos principais objetivos dessa metodologia é o desenvolvimento da autonomia, e para que isso ocorra, em determinados momentos, é preciso deixar os estudantes “andarem com suas próprias pernas”. Neste caso, por exemplo, seria interessante que os estudantes abrissem as caixas-pretas por conta própria, que se adaptassem a ponto de não depender dos especialistas para aprofundar conhecimentos. Afinal, a escola não é para sempre, pois chegará um momento, na vida de cada estudante, em que ele precisará agir e se posicionar por si só. Sobre o critério de posicionamento, não houve discussões acerca de qual bifurcação seguir, mas é possível dizer que escolheram responder à situação-problema por meio de uma dimensão ética relacionada ao meio ambiente, considerando as decisões (independentes) que tomaram sobre qual fonte de energia utilizar.

Os estudantes tiveram iniciativa, comunicando suas ideias prévias na realização do clichê. Foram estimulados a dominar termos científicos, tanto na consulta aos especialistas quanto na busca de informações em livros, revistas, etc. Um exemplo disso consta no relato de um estudante acerca de uma visita ao Museu de Ciências e ao parque tecnológico, onde consultaram especialistas:

“[...] lá [Museu de Ciências] tivemos acesso a várias atividades e explicações, das quais destacamos: carro solar: transforma energia luminosa em energia mecânica e a simulação da uma usina que transforma a energia mecânica em energia elétrica”. [...] Visitamos pela parte da manhã o centro tecnológico de energia solar e aprendemos que a energia solar pode ser captada por um equipamento chamado “módulo fotovoltaico”, o qual funciona utilizando a energia solar (PRESTES, 2008, p. 90 e 91 - grifos nossos).

Nesse trecho, percebe-se que a visita favoreceu a familiarização com termos científicos e tecnológicos, possibilitando o uso destes na escrita do relatório. Prestes (2008) aponta que a consulta aos especialistas favoreceu que dominassem termos da linguagem científica, pois precisaram “[...] se comunicar utilizando um vocabulário que vai além do coloquial, dominando uma linguagem científica rudimentar para questionar os pesquisadores” (PRESTES, 2008, p. 99). Os estudantes estabeleceram diálogos entre eles, com a professora e os especialistas. Um grupo comentou sobre os diálogos que tiveram: “No meu grupo teve bastante diálogo, discussão sobre o assunto e também interesse em realizar um bom trabalho” (PRESTES, 2008, p. 93).

A turma buscou fundamentação teórica para responder à situação-problema, discutiu conhecimentos científicos e tecnológicos, utilizando-os para tomar decisões sobre a representação a construir. Um exemplo disso ocorreu durante o aprofundamento disciplinar, quando se discutiram conceitos científicos e tecnológicos e um estudante relatou:

Aprendemos que a energia elétrica que é utilizada em nossas casas não vem simplesmente da rede elétrica, mas ocorre um processo: a água é represada a uma certa altura das turbinas, a partir do momento que se abrem às comportas a água passa pelos tubos, fazendo girar as turbinas

(energia potencial em cinética), transformando-se em energia elétrica através do gerador (cinética em elétrica) (PRESTES, 2008, p. 82).

Prestes (2008) relata que os estudantes calcularam o consumo de energia elétrica de uma residência e compararam a diferença de custos entre a zona rural e urbana. A partir disso, um grupo decidiu que a usina seria localizada na zona rural por ser economicamente viável. Nesse contexto, foram relacionados os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema e o contexto da região. Cada grupo construiu sua representação, assim como solicitava a problemática. Com isso, não ocorreram negociações entre a turma, que se restringiram aos pequenos grupos. Houve o comprometimento dos estudantes durante o projeto, uma vez que buscaram se fundamentar, recorrendo a especialistas e fontes diversas.

Acerca da formação modelizadora, constatou-se que os estudantes recorreram aos especialistas, utilizando as informações fornecidas para resolver a situação-problema, porém, sem depender deles. A turma abriu caixas-pretas com e sem a ajuda de especialistas (professores de outras disciplinas, estudantes de engenharia, eletricitas, pedreiros, pais, etc.), buscando informações em livros, jornais e revistas. Para resolver a situação-problema, articularam os saberes adquiridos via especialistas ou não. Articularam as decisões, escolhendo os caminhos a seguir e a fonte de energia para desenvolver o projeto. Realizaram debates técnicos sobre a construção da usina/gerador, e para a construção da representação, alguns grupos empregaram aspectos éticos como, por exemplo, as fontes de energias que menos agridem o meio ambiente.

No geral, a representação final de cada grupo, embora tenha se valido dos conhecimentos fornecidos por diferentes especialistas e áreas do conhecimento, teve um caráter disciplinar, visto que as discussões e os projetos finais se concentraram nas questões acerca da Física.

Não foram evidenciados indicativos de que os estudantes interpretaram problemas de um contexto a outro, construíram modelos simples para a utilização em determinados contextos, utilizaram analogias, metáforas ou comparações durante a vivência de IIR e realizaram debates políticos. A síntese da avaliação descrita até aqui é apresentada no apêndice G.

#### 4.5. DISSERTAÇÃO 5: FÍSICA DOS BIODIGESTORES: CONTEXTUALIZANDO O ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS DO CURSO TÉCNICO AGRÍCOLA

A vivência de IIR relatada na Dissertação 5 foi realizada por um professor de Física, em uma turma de 2º ano do Ensino Médio, concomitante com o Ensino Técnico Agrícola do Instituto Público Federal de Santa Rosa do Sul/SC, no ano de 2008. A descrição dessa IIR é apresentada no Quadro 12.

Quadro 12: Descrição da vivência de IIR da Dissertação 5

<b>Etapas teóricas da metodologia de IIR</b>	<b>Descrição das etapas da vivência de IIR - Dissertação 5</b>
Elaboração de clichê da situação estudada	O professor fez questionamentos em sala sobre a produção e o crescimento mundial do consumo de alimentos e a importância social do setor produtivo. Realizou-se uma visita de campo para a verificação da limpeza e destino dos dejetos dos animais em um estabelecimento de produção. Depois disso, apresentou-se à turma a seguinte situação-problema: “Como diminuir/amenizar o impacto ambiental causado pelo acúmulo de dejetos oriundos da produção animal intensiva”. Os estudantes deram algumas respostas como “biodigestor” e “esterqueira”, mesmo assim, foram orientados a realizar pesquisas e consultar especialistas. O professor sugeriu que os grupos elaborassem um texto contendo a explicação sobre a necessidade da produção de alimentos (carnes), a forma de tratamento escolhida pelo grupo, conclusões do grupo, etc. Os textos foram apresentados à turma. Dos seis grupos formados, cinco deles apontaram o biodigestor como a forma de tratamento. Diante disso, os estudantes, divididos em grupos e orientados pelo professor, elaboraram questões relacionadas a biodigestores, apresentando-as à turma.
Panorama espontâneo	Com a mediação do professor, organizou-se um clichê único, no qual as questões elaboradas na etapa anterior foram distribuídas por categorias. O professor sorteou as categorias e cada grupo ficou responsável por um conjunto de questões.
Consulta aos especialistas e especialidades	Ocorreu a intervenção de uma professora de Química no projeto e os estudantes consultaram um produtor rural
Indo a campo	Os estudantes foram orientados a pensar sobre a física envolvida nos biodigestores e organizar tais conceitos por meio de um organograma. Houve a explanação dos modelos de biodigestores existentes na literatura e se discutiram os princípios físicos relevantes para o seu funcionamento. Os estudantes montaram e fizeram a instalação de um biodigestor.

Abertura aprofundada de caixas-pretas e busca de princípios disciplinares	Os estudantes abriram as caixas-pretas mediante a realização de experimentos, discussões teóricas, atividades via simulares, apresentações de <i>workshop</i> e esclarecimento de especialista (professora de Química). Realizou-se uma visita a uma propriedade rural que possuía implantado um biodigestor. Os estudantes questionaram o produtor rural quanto aos benefícios e malefícios oriundos do uso do biodigestor.
Esquema global da situação estudada	Não houve
Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas	Não houve
Síntese da IIR produzida	Os estudantes elaboraram um texto síntese explicando como diminuir/amenizar o impacto ambiental causado pelo acúmulo de dejetos oriundos da produção animal intensiva. Eles enfatizaram os conteúdos/conceitos de Física que envolvem o processo de construção, geração, armazenamento e utilização do Biogás produzido pelo biodigestor.

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.5.1. Avaliação do relato de vivência da IIR da Dissertação 5

Arelada à formação de democrática, não foram encontrados indicativos relacionados à subdimensão humanística. A situação-problema favoreceu um ensino contextualizado, permitindo aos estudantes refletir sobre um problema real. Propiciou que estabelecessem a articulação CTS por meio da relação entre a construção do biodigestor com conhecimentos científicos e tecnológicos e o impacto desse aparato tecnológico no meio ambiente. A turma demonstrou comprometimento com a sociedade na elaboração do projeto, considerando a preservação do meio ambiente, o que refletiu positivamente na formação cidadã. Sobre a intervenção social, os estudantes montaram um biodigestor e o instalaram. De acordo com Scarpari (2009), em “[...] relação à Política Pública os alunos se mostraram interessados em buscar informações a respeito do incentivo financeiro para implantação de biodigestores” (SCARPARI, 2009, p. 71). Sobre a economia, discutiram os custos de implantação e o retorno financeiro de um biodigestor.

Tratando-se da dimensão formação social, a partir da situação-problema, brotaram algumas sugestões, entre elas, a utilização de biodigestores. Como a maioria dos estudantes apontou para o uso de

biodigestores, o professor orientou que eles elaborassem questões a respeito. O recomendado por Fourez (2005), nessa etapa, é que os estudantes elaborem as questões acerca da problemática para buscar solucioná-la. Com isso, a IIR se voltou antes para o estudo do biodigestor do que para a problemática apresentada. Considera-se, nesse caso, que os estudantes não foram autônomos na realização do clichê, pois foram direcionados pelo professor para a sua elaboração. Após a elaboração das questões, mediadas pelo professor, estas foram divididas em históricas, aspectos físicos e químicos, meio ambiente, política pública, etc. Segundo os pressupostos de Fourez (2005), indica-se que os estudantes elaborem essa divisão por conta própria, para desenvolver habilidades relacionadas à autonomia, como a organização. Não houve, durante o panorama espontâneo, a escolha do produto final, delimitação da situação-problema, escolha de especialistas e especialidades, lista de bifurcações, posturas e tensões, etc. Desta forma, em termos de organização, os estudantes foram limitados no desenvolvimento desse atributo. Em contrapartida, se mostraram autossuficientes na busca de informações sem a ajuda de especialistas e dinâmicos na busca de especialistas. Sobre a autodeterminação, as decisões foram tomadas de acordo com as questões estudadas, porém, o professor, em alguns momentos, decidiu alguns procedimentos, tais como apontar conceitos de Física e experimentos a serem estudados.

Os estudantes comunicaram suas ideias prévias, principalmente, durante a realização do clichê. Foram estimulados a dominar termos científicos e tecnológicos, como se pode observar no texto elaborado por uma das equipes:

Os dejetos de animais em geral têm influência sobre o efeito estufa, porque produzem gases ( $\text{CO}_2$  e Metano) que contribuem na destruição da camada de Ozônio. [...] Como forma alternativa entra em cena os biodigestores, estruturas hermeticamente fechadas nas quais se acumulam grande quantidade de dejetos orgânicos estimulando-se sua digestão anaeróbica acarretando na produção de Biogás. Composto por Nitrogênio, Fósforo, Metano,  $\text{CO}_2$ , entre outros, pode ser utilizado como fonte de energia. O produtor pode queimá-lo para obter calor ou utilizá-lo para produzir energia elétrica (SCARPARI, 2009, p. 69).



Sobre a dialogicidade, os estudantes dialogaram entre eles, com os especialistas e o professor.

O domínio é outro atributo da ACT, e acerca dele há discussões de questões científicas e tecnológicas, e a relação destas com a situação-problema. Por exemplo, ocorreu tanto a “explicação dos modelos de biodigestores existentes na literatura” quanto a discussão dos “princípios físicos relevantes para o funcionamento do biodigestor” (SCARPARI, 2009, p. 45). Isso evidencia que a produção da representação final foi fundamentada em conhecimentos científicos e tecnológicos.

O comprometimento foi outro aspecto presente no relato. Segundo o relator, a maioria dos estudantes realizou as atividades conforme o esperado e se dispôs a resolver o problema, considerando, como prioritária, a qualidade ambiental “para a construção de um mundo com melhor qualidade de vida” (SCARPARI, 2009, p. 71). Não há indicativos de que negociaram suas decisões frente à problemática e que elaboraram uma representação compartilhada.

Quanto à formação modelizadora, os estudantes recorreram aos especialistas de maneira moderada, pois não dependeram exclusivamente deles para a resolução do problema. Por outro lado, o professor da turma, como especialista, em vários momentos induziu os estudantes na resolução do problema, como solicitar que explicassem sobre a necessidade da produção de alimentos (carnes) ou pensar sobre a Física envolvida nos biodigestores.

A abertura de caixas-pretas ocorreu com e sem a ajuda de especialistas, porém, a partir dessas aberturas, não construíram modelos simples para a utilização. Não foram feitas também analogias, comparações ou metáforas.

A articulação entre saberes foi efetuada, já que os estudantes relacionaram as informações adquiridas com os especialistas e via pesquisas, questões éticas, questões ambientais, entre outras, para resolver a situação-problema. As decisões foram articuladas, considerando, principalmente, os aspectos ambientais e ecológicos.

Os debates técnicos, éticos e políticos estiveram presentes no relato dessa IIR. Os debates técnicos foram acerca dos modelos de biodigestores; os éticos, sobre a preservação do meio ambiente; os políticos, a respeito das políticas públicas de implantação de biodigestores. Considera-se que a representação foi interdisciplinar, pois foi construída a partir da integração de algumas disciplinas e até mesmo de saberes não escolares. A respeito disso, um estudante comentou que, para a construção da IIR, envolveram “[...] não só a matéria de Física,

mas também Química e muitas outras matérias” (SCARPARI, 2009, p. 74).

Não há indicativos de que os estudantes interpretaram problemas de um contexto a outro. No apêndice H consta a avaliação do relato de IIR da Dissertação 5.

#### 4.6. DISSERTAÇÃO 6: A ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE E A CONSTRUÇÃO DA AUTONOMIA NO ENSINO DA MATEMÁTICA

A IIR apresentada na Dissertação 6 foi desenvolvida pela professora pesquisadora (professora de Matemática) em uma turma de 2º ano do Ensino Médio, de uma escola pública do município de Porto Alegre /RS, na disciplina de Matemática, no ano de 2009. No Quadro 13 apresenta-se uma descrição da vivência da IIR estudada na Dissertação 6.

Quadro 13 - Descrição da vivência de IIR da Dissertação 6

<b>Etapas teóricas da metodologia de IIR</b>	<b>Descrição das etapas da vivência de IIR - Dissertação 6.</b>
Elaboração de clichê da situação estudada	Foi apresentado aos estudantes a proposta da IIR, o cronograma das atividades e a seguinte situação-problema: “onde, como e quando as noções de Progressão Aritmética (PA) e Progressão Geométrica (PG) são utilizadas?” Os estudantes elaboraram um conjunto de questões (orais e escritas).
Panorama espontâneo	Foram formadas equipes e escolhidas as áreas disciplinares para o aprofundamento dos estudos (os estudantes dividiram-se em equipes de acordo com as áreas disciplinares). Os grupos socializaram os clichês com a turma e, com isso, foram acrescentadas novas questões. As equipes selecionaram as questões do clichê pertinentes à área do conhecimento escolhida. Elencaram especialistas a serem consultados e caixas-pretas a serem abertas. Para a seleção de caixas-pretas, foram fornecidos aos estudantes livros que continham o assunto PA e PG para que buscassem títulos, regras ou fórmulas do conceito em estudo. Em relação ao produto final da IIR, a turma escolheu que elaborariam, em conjunto, um manual de PA e PG.
Consulta aos especialistas e especialidades	A professora orientou que fossem escolhidos para a consulta de especialistas os professores da escola. Depois disso, iniciou discussões sobre os conteúdos: sequência, PA e PG.
Indo a campo	Foram desenvolvidas pesquisas via internet e livros e entrevistas

Abertura aprofundada de caixas-pretas e busca de princípios disciplinares	com os especialistas. Essas atividades foram apresentadas à turma. A professora retomou os conteúdos conceituais de sequência, PA e PG, indagando os estudantes e distribuindo-lhes problemas sobre PA e PG para que os resolvessem.
Esquema global da situação estudada	Realização de um debate sobre as atividades desenvolvidas; elaboração, por escrito, de um esquema sobre os estudos e entrevistas feitos até o momento e a organização das informações para o manual de PA e PG.
Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas	Os estudantes assistiram ao filme “A corrente do bem” e discutiram a questão dos valores e a lição de vida apresentadas no filme e a relação com os conteúdos conceituais estudados. Os estudantes e a professora levaram para a sala de aula vários exercícios encontrados em livros sobre PA e PG, e os estudantes buscaram respondê-los sozinhos.
Síntese da IIR produzida	Os estudantes organizaram o manual de progressões, que se decidiu entregar à turma, aos estudantes de outras turmas durante uma Feira de Ciências e à biblioteca da escola.

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.6.1. Avaliação do relato da vivência da IIR da Dissertação 6

Indo ao desencontro com a formação democrática, não foram evidenciados indicativos relacionados à subdimensão humanística. Sobre a subdimensão social, não houve, por parte dos estudantes, discussões sobre CTS. Por outro lado, de acordo com a formação democrática, os estudantes se comprometeram a responder a situação-problema buscando informações com vários especialistas e em fontes como livros e internet. A situação-problema é considerada adequada, pois favoreceu que os estudantes pensassem sobre PA e PG, relacionando-as a várias áreas do conhecimento, como Biologia, Física, Química, Filosofia, etc. Desta forma, permearam vários contextos onde PA e PG são aplicadas. Essa integração favoreceu a formação cidadã, visto que as informações adquiridas viabilizaram a participação social dos indivíduos. A seguir, apresentam-se exemplos em que os estudantes estabelecem relação entre as questões sobre PA ou PG com assuntos cotidianos:

[...] nós conseguimos concluir que as PA e PG são muito importantes para previsões em Biologia, pois podemos prever a reprodução das bactérias, na ecologia sobre as relações de sobrevivência e a busca de alimentos, reprodução e as condições de adaptação ao ambiente e nas experiências

genéticas. Como exemplo, a forma como as células cancerígenas se propagam pelo corpo é feita uma fórmula usando os princípios da PG para as noções de extensão e tempo relacionado ao câncer. Desse modo, este estudo é válido no ramo da microbiologia quanto na reprodução das espécies (LUCCHESI, 2010, p. 89).

Ao contrário do que pensamos a Progressão Aritmética e a Progressão Geométrica não são utilizadas somente para fazer continhas “sem sentido” na escola, mas são úteis em diversas áreas de nossas vidas. Para que os atletas que fazem musculação tenham um melhor rendimento e treinamento, seus treinadores podem utilizar o cálculo de Progressão Aritmética (LUCCHESI, 2010, p. 100).

A intervenção social ocorreu por meio da distribuição das cartilhas sobre PA e PG à biblioteca e outras turmas do colégio. Não foram evidenciados no relato indicativo discussões acerca de questões econômicas e políticas.

Sobre a formação social, os estudantes realizaram o clichê de maneira autônoma, elaborando, por conta própria, questões acerca da problemática. Organizaram o panorama espontâneo de forma independente, elencaram especialistas a consultar, caixas-pretas a abrir e definiram que construiriam, como produto final, um manual sobre PA e PG. Não há indicativos de que fizeram uma lista de bifurcações e escolheram um posicionamento para responder à situação-problema. Na etapa indo a campo, mostraram-se dinâmicos na busca de especialistas e autossuficientes na procura de informações via internet e livros. Acerca da autodeterminação, as decisões tomadas frente à problemática foram de ordem procedimental e teórica, ou seja, os estudantes decidiram os caminhos para dar respostas à situação e também os aspectos teóricos colocados no manual.

O desenvolvimento dos atributos relacionados à comunicação ocorreu desde a primeira etapa, clichê, na qual os estudantes expressaram suas ideias prévias à turma sobre a problemática. Os diálogos foram constantes, segundo o relato da IIR, seja entre os estudantes e entre eles e o professor via debates em sala de aula, ou entre estudantes e especialistas por meio das entrevistas. O domínio de

termos científicos foi propiciado em vários momentos da IIR, durante as aulas com a professora ou nas entrevistas com os especialistas.

Outro dos atributos, o domínio, foi identificado no relato da IIR da Dissertação 6. Essa subdimensão indica que os estudantes discutiram conhecimentos científicos acerca de PA e PG para a fundamentação teórica, com o intuito de construir a IIR. Essa fundamentação pode ser observada na fala de um deles, quando diz que “[...] o valor que é mantido igual entre os termos da Progressão Aritmética é chamado de razão!” (LUCCHESI, 2010, p. 85). Como a IIR foi direcionada ao estudo de PA e PG, e esses conteúdos estudados durante a vivência, conclui-se que eles relacionaram os conhecimentos científicos com a situação-problema. Não foram encontrados indicativos sobre a discussão acerca de questões tecnológicas, apenas científicas e sociais.

Sobre a negociação, não houve indicativos de que os estudantes negociaram suas decisões, porém, como houve a elaboração de um produto final único, considera-se que houve negociações para essa elaboração final coletiva.

Quanto à formação modelizadora, fez-se a abertura das caixas-pretas com e sem a ajuda de especialistas. A partir da abertura delas, os estudantes puderam interpretar problemas de um contexto a outro, assim como construir modelos simples por meio de comparações, como se evidencia no exemplo a seguir, que descreve a fala de um estudante após a consulta ao especialista de Educação Física:

A PA e PG podem ser usadas para demonstrar exercícios físicos e avaliações físicas em atletas. A PA é usada para observar um padrão nos exercícios físicos, por exemplo: um atleta começa a levantar 20 kg durante uma semana, a outra semana ele aumenta o peso levantando 25 kg, passando-se mais 7 dias é aumentado de 5 em 5 kg para seu corpo ir se acostumando (LUCCHESI, 2010, p. 88).

Nesse trecho, percebe-se que os estudantes interpretaram a questão de PA em uma situação referente à área de Educação Física. Construíram, por meio de comparações, um modelo que explica a PA presente nesse contexto. Vê-se outro exemplo escrito por um estudante:

Vamos tentar entender: Vamos iniciar com PA: se um peixe se reproduzir com seu par ele irá gerar mais outros descendentes que irão formar outros

pares semelhantes, machos e fêmeos. Os descendentes irão formar assim por diante somando, aumentando o número de suas espécies que também podem diminuir se houver um predador que se alimente deles. Uma demonstração fácil é no crescimento da população: (2, 4, 6,...), assim as espécies seguem adiante com a perpetuação. Agora a PG: Um exemplo que todos sabem as bactérias. Todos sabem que elas se reproduzem através delas mesmas. Os cientistas observam as bactérias com sua divisão celular, o que faz elas se multiplicarem. Isso é PG. Um exemplo seria a bactéria (1,3,9,27,...). Isso é que entendemos sobre PA e PG na Biologia (LUCCHESI, 2010, p. 101).

Neste caso, o estudante exemplificou com situações referentes à biologia, as quais envolvem PA e PG, indicando um modo de interpretação de contexto. O trecho apresentado também permite observar a maneira como os estudantes articulam os saberes relacionados à Matemática com os de Biologia.

De modo geral, conclui-se que os estudantes criaram uma representação interdisciplinar, já que integraram várias disciplinas para a elaboração do produto final.

Não foram encontrados, no relato, indicativos referentes à articulação de decisões, realização de debates técnicos ou políticos e a empregabilidade de aspectos éticos na tomada de decisões. No apêndice I apresenta-se a síntese avaliativa da IIR da Dissertação 6.

#### **4.7. DISSERTAÇÃO 7: ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE: UMA PROPOSTA PARA O ESTUDO DA SEXUALIDADE HUMANA**

A IIR desenvolvida na Dissertação 7 aconteceu em uma escola de Educação Básica, localizada em Brusque/SC, com uma turma de 1º ano do Ensino Médio, na disciplina de Biologia, no ano de 2010. A IIR foi desenvolvida pela professora pesquisadora (professora de Biologia). No Quadro 14 consta a descrição da vivência de IIR da Dissertação 7.

Quadro 14: Descrição da vivência de IIR da Dissertação 7

<b>Etapas teóricas da metodologia de IIR</b>	<b>Descrição das etapas da vivência de IIR - dissertação 6.</b>
Elaboração de clichê da situação estudada	Apresentou-se aos estudantes a situação-problema: o que é sexualidade? O que isso implica? Quais os conceitos que os adolescentes têm sobre a questão? Eles, individual e anonimamente, responderam em tiras de papel o que entendiam por sexualidade. Separaram-se em equipes, discutiram e elaboraram um conceito sobre sexualidade. A professora solicitou que trouxessem imagens representativas da sexualidade e elaborassem questões sobre o assunto. Depois disso, elaboram questões acerca da problemática.
Panorama espontâneo	Os estudantes organizaram uma lista de especialistas e outra contendo as possíveis abordagens que seriam discutidas sem a presença dos especialistas. A professora elaborou uma lista de conceitos a serem aprofundados de acordo com as questões feitas pelos estudantes na etapa anterior.
Consulta aos especialistas e especialidades	Foram selecionados pelos estudantes os especialistas a consultar.
Indo a campo	Os especialistas foram convidados a falar sobre a sexualidade. Durante as discussões entre os especialistas e os estudantes, várias caixas-pretas foram abertas. Os discentes realizaram algumas atividades sugeridas pelos especialistas, como a elaboração de um vídeo e cartazes que retratassem o assunto.
Abertura aprofundada de caixas-pretas e busca de princípios disciplinares	
Esquema global da situação estudada	A professora propôs que os estudantes elaborassem um cartaz, um desenho, um debate, um roteiro, ou desenvolvessem um vídeo que mostrasse aos adolescentes a importância da prevenção de uma gravidez e a resolução da situação-problema.
Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas	De acordo com a professora, durante a consulta aos especialistas, os próprios estudantes abriram caixas-pretas.
Síntese da IIR produzida	Cada estudante elaborou um texto síntese sobre as ideias e os conceitos estudados e uma questão.

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.7.1. Avaliação do relato da vivência da IIR da Dissertação 7

Tratando-se da formação democrática, ocorreram discussões históricas sobre como o conceito de sexualidade e sensualidade foi se modificando com o passar dos tempos, e fez-se um resgate histórico sobre o papel da mulher na sociedade. Houve a valorização de questões culturais, sendo discutido pela professora e pelos estudantes que a sexualidade diz respeito a uma dimensão humana, que envolve a história e a cultura dos indivíduos. Não houve indicativos sobre a compreensão epistemológica de Ciência por parte dos estudantes.

A situação-problema propiciou o estudo de várias questões sobre sexualidade, desde a influência na mídia, a cultural e a financeira, etc. Com isso, desenvolveu-se um ensino contextualizado que favorecesse a formação cidadã. Um reflexo dessa formação pode ser visto na fala de uma estudante:

Na minha opinião antigamente a sensualidade e a sexualidade não tinha praticamente nada a ver com o conceito e agora. Por exemplo; antigamente as mulheres podiam ser sensuais através de um olhar, um sorriso, ou até mesmo passando a mão nos cabelos. Mas ultimamente as mulheres e alguns homens acham que ser sensual é sair nu em revistas, “outdoor”, etc. usam a mídia para se mostrar e também tem pessoas que colocam silicone, botox, fazem lipoaspiração, plásticas só para serem “sensuais”, acabam vendendo o próprio corpo para ganhar “reconhecimento”, dinheiro fama e outras coisas. O conceito de sexualidade é diretamente relacionado com o sexo. O sexo hoje é visto não só como um ato de amor, prazer, de desejo. Mas agora é visto também como uma forma de trabalho como: as garotas de programa, as pessoas que fazem os vídeos pornográficos, etc.” (IMHOF, 2011, p. 75).

Essa fala expressa que a estudante apresenta uma posição sobre um problema real da sociedade. As discussões realizadas durante o projeto e as caixas-pretas abertas demonstram que os estudantes se comprometeram com o estudo da problemática, já que buscaram resolvê-la de acordo com questões pertinentes à sociedade. Não há



indicativos da realização de discussões sobre CTS e intervenção na realidade.

De acordo com o relato, “nas aulas iniciais dentro do projeto, emergiu o conceito de sexo como objeto de cobiça, de exploração financeira pela mídia e pela sociedade”, e a partir disso, os estudantes passaram a discutir questões econômicas e políticas (IMHOF, 2011, p. 67).

Acerca da formação social, elaboraram o clichê de forma autônoma. Houve dois momentos nessa etapa: o primeiro, em que os estudantes fizeram afirmações sobre o que entendiam por sexualidade, e o segundo, quando elaboraram questões. O panorama foi construído pelos estudantes e a professora. Eles selecionaram os especialistas a serem consultados e ela elaborou uma lista de conceitos a serem aprofundados de acordo com as afirmações do clichê. Outras atividades, sugeridas por Fourez (2005), a serem realizadas no panorama espontâneo não ocorreram, como a elaboração da lista de postura e tensões, da lista de bifurcações, etc. Diante disso, considera-se que os estudantes não elaboraram o panorama espontâneo de maneira autônoma, já que não é possível considerar que eles tenham conseguido organizar o projeto apenas com a seleção dos especialistas. Não há qualquer indicativo que aponte como os estudantes iriam construir o produto final da IIR. A busca de informações com a ajuda de especialistas foi realizada com êxito, pois estes aprofundaram conhecimentos acerca da sexualidade. Os estudantes também abriram caixas-pretas por conta própria durante os encontros, mas não buscaram informações por conta própria. Poderiam ter tomado outras decisões como, por exemplo, escolher quais caixas-pretas abrir, que produto final elaborar, que posição tomar frente à problemática, com isso, limitaram-se quanto a esse aspecto.

O atributo comunicação ocorreu desde o início do projeto. Primeiramente, os estudantes expuseram suas ideias prévias e elaboraram questões sobre o assunto, demonstrando iniciativa para resolver a situação-problema. Os debates foram constantes durante o projeto, principalmente, na etapa de ida a campo, quando ocorreram discussões entre os envolvidos com o projeto. Os estudantes também foram encorajados a dominar termos científicos durante as explanações dos especialistas e discutir conhecimentos científicos relacionados à sexualidade. Por meio dos debates, da abertura de caixas-pretas e do comprometimento dos estudantes foi possível construir uma representação fundamentada em conceitos científicos. Cada estudante elaborou sua representação final e não se encontraram evidências de que

os estudantes tenham negociado suas decisões frente à situação-problema.

Sobre a formação modelizadora, abriram caixas-pretas com e sem a ajuda de especialistas, articularam os saberes das diferentes áreas de conhecimentos para a elaboração de suas representações, legitimaram suas representações empregando aspectos éticos e culturais e elaboraram uma representação interdisciplinar, por considerarem várias áreas do conhecimento. Não foram encontrados indicativos de que interpretaram problemas de um contexto a outro, de que construíram modelos simples, utilizaram analogias, metáforas ou comparações, articularam decisões e efetuaram debates técnicos e políticos. No apêndice J apresenta-se a síntese avaliativa do relato de IIR da Dissertação 7.

#### 4.8. DISSERTAÇÃO 8: ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE APLICADO AO ENSINO DE ÁREA E VOLUME NO ENSINO FUNDAMENTAL

A vivência de IIR analisada na Dissertação 8 foi desenvolvida na escola da rede municipal de ensino de Pouso Redondo/SC, na zona rural, com estudantes do 8º ano da disciplina de Matemática, no ano de 2014. Foi a professora pesquisadora (professora de Matemática) que desenvolveu essa IIR, ao lado de outros professores da escola (professor de História, Português, Artes e Educação Física). No Quadro 15 consta a descrição da vivência de IIR da Dissertação 8.

Quadro 15 - Descrição da vivência de IIR da Dissertação 8

<b>Etapas teóricas da metodologia de IIR</b>	<b>Descrição das etapas da vivência de IIR - Dissertação 8.</b>
Elaboração de clichê da situação estudada	Apresentou-se a situação-problema: “como é produzido o tijolo e qual a relação entre seu tamanho e quantidade de barro utilizada na sua produção?” Os estudantes levantaram hipóteses sobre a produção de tijolos e sugeriram uma visita à fábrica de cerâmica da região. A professora fez algumas indagações sobre o tamanho e a quantidade de barro utilizado na produção de tijolos, apresentou um vídeo sobre a sua fabricação, solicitou que fosse construído um mapa mental sobre esse processo e que elaborassem questões para perguntar aos especialistas durante a visita à fábrica.
anorama espontâneo	Os estudantes realizaram um pré-teste para relacionar figuras planas com as figuras espaciais. Em duplas selecionaram, dentre as questões elaboradas na etapa anterior, aquelas que consideravam relevantes para a construção do projeto. A partir disso, delimitaram as questões relacionadas à matemática e

		elencaram os especialistas e as especialidades a consultar.
Consulta aos especialistas e especialidades		Realizou-se a visita à fábrica de cerâmica. Durante a visita, os estudantes questionavam os guias da fábrica (engenheiro de produção e engenheira química) segundo o questionário previamente elaborado. Após a visita, em sala de aula, os estudantes e o professor discutiram sobre a visita e assistiram a um vídeo que relacionava as formas geométricas com o mundo.
Indo a campo		
Abertura aprofundada de caixas-pretas e busca de princípios disciplinares		Os estudantes retomaram o questionário elaborado nas etapas anteriores e verificaram se as perguntas tinham sido respondidas pelos especialistas. Observou-se que a maioria das questões obteve resposta. A professora propôs à classe que discutisse as questões, representando-as em cartazes, e que os estudantes, individualmente, respondessem às questões do caderno.
Esquema global da situação estudada		A esquematização global da situação estudada ocorreu após a etapa “abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas”. Os estudantes, em uma semana, planejaram e organizaram uma apresentação, em dupla, sobre o que estudaram durante o projeto e elaboram uma representação à situação-problema.
Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas		Os estudantes fizeram pesquisas na internet e em livros. A professora passou algumas questões relacionadas à matemática para que respondessem. Foram estudadas durante algumas aulas: conversões de medidas, utilização e comparação de instrumentos de medidas, conceito de área, conceito de volume e unidades de medida. Os estudantes realizaram atividades referentes às aulas, como calcular a área da sala de aula, construir um cubo com $1\text{m}^3$ de volume utilizando madeira e calcular a quantidade de tijolos que cabe em um palete.
Síntese da IIR produzida		Os estudantes apresentaram à turma os trabalhos finais que realizaram em diferentes disciplinas sobre o projeto e participaram da Mostra Cultural da cidade. Cada equipe montou sua representação sobre a situação-problema e apresentou-a ao grupo na forma de seminário.

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.8.1. Avaliação do relato da vivência da IIR da Dissertação 8

Na formação democrática, questões históricas sobre o tijolo e sua relação com a revolução industrial foram discutidas durante o projeto. Essas discussões ocorreram na disciplina de História. Não se debateram questões epistemológicas e culturais.

Indicativos referentes à abordagem CTS e discussões tecnológicas não foram encontradas no relato do projeto. Para responder à situação-problema, os estudantes não se comprometeram em elaborar uma representação para a sociedade. A situação-problema foi adequada, permitindo um ensino contextualizado, que favoreceu a formação cidadã, pois os estudantes puderam refletir sobre uma questão do seu

cotidiano. A intervenção social foi realizada ao final do projeto durante sua socialização em uma mostra cultural da cidade de Pouso Redondo. Não há indicativos de que houve discussões políticas e econômicas.

Conforme a formação social, os estudantes elaboraram o clichê de maneira autônoma, sugerindo possíveis respostas e apontando questões sobre a situação-problema. O panorama espontâneo foi elaborado pelos estudantes, que selecionaram as questões a serem aprofundadas e os especialistas e especialidades a consultar. Eles poderiam organizar outros aspectos como, por exemplo, as bifurcações do projeto, os atores envolvidos, a forma do produto final, etc. Nesse contexto, considera-se que houve limitações na organização inicial do projeto. A busca de informações, com e sem a ajuda de especialistas, constava no relato. Os especialistas consultados foram: um engenheiro de produção, um engenheiro químico e pais de estudantes; e as fontes: internet e livros. Ao se avaliar o atributo autonomia, os estudantes foram independentes durante a escolha dos especialistas e sobre a escolha de quais caixas-pretas abrir, demonstrando que tomaram decisões frente à problemática.

As ideias prévias dos estudantes a respeito do problema foram expostas durante o clichê, o que atesta conformidade com os pressupostos de Fourez (2005). O diálogo esteve presente durante a maior parte do projeto, quando, então, se estabeleceu uma interação social via comunicação entre os participantes do projeto (estudantes, especialistas, professora). A comunicação entre esses indivíduos foi conduzida utilizando-se, geralmente, de termos científicos, principalmente termos da Matemática, foco do projeto.

Os conhecimentos discutidos durante o projeto, relatados na Dissertação 8, referem-se à Matemática, aos assuntos de área e volume. Não foram realizadas discussões acerca dos conhecimentos tecnológicos e sociais. Os estudantes não utilizaram conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais para a tomada de decisões, embora tenham relacionado os conhecimentos científicos à problemática. Comprometeram-se na abertura de caixas-pretas, porém, como não realizaram uma representação compartilhada, limitaram-se a realizar negociações sobre suas decisões. Ao construir uma representação compartilhada, é preciso negociar as decisões entre os participantes, ao contrário do que acontece na construção de uma representação individual.

Quanto à formação modelizadora, os estudantes interpretaram problemas de um contexto a outro, como na etapa de abertura das caixas-pretas sem a ajuda de especialistas, ou quando construíram um

cubo de um metro cúbico de volume utilizando madeira, e ainda, em uma aula posterior, quando foram desafiados a construir a representação de um metro cúbico de formato diferente ao de um cubo com madeira. Os estudantes construíram, sem o auxílio da professora, um bloco retangular com as medidas 1,5m x 1m x 0,5m. Contudo, verificaram, por meio dos cálculos, que a representação não estava correta, e logo levantaram possíveis soluções para a construção de outro bloco retangular, mas com um metro cúbico. Verificaram que o material fornecido pela professora não era suficiente para resolver o desafio. Na Figura 8, apresentam-se as duas situações, do lado esquerdo, a representação de um metro cúbico na forma de um cubo, e do lado direito, a representação do bloco retangular.

Figura 8 - Construção da representação de um cubo e de um bloco retangular



Fonte: Organizado pela autora (BERTOLI, 2015).

Por meio dessa atividade, os estudantes puderam interpretar duas situações utilizando-se do mesmo conceito. Além disso, proporcionou que construíssem modelos simples para a compreensão do conceito de volume. Outra construção de um modelo simples para a utilização em um determinado contexto ocorreu quando a professora solicitou aos estudantes que calculassem a área da sala de aula. Antes do desafio proposto, já haviam construído a representação de um metro quadrado com uma folha de papel. Então, um deles propôs: “se nós construímos um metro quadrado de papel, é só ver quantos desses cabem no chão, certo professora?” (BERTOLI, 2015, p. 80). Os estudantes poderiam ter pesquisado uma fórmula para realizar o cálculo, mas elaboraram uma

modelização para responder à problemática. A articulação de saber foi utilizada nessas atividades, mas também ocorreu quando os estudantes tiveram que calcular o volume de um tijolo de 6 furos, o volume em  $m^3$  de um palete (palete: 1,2 m x 1m x 0,98m), quantos tijolos cabem em um palete, considerando o volume do mesmo e do tijolo, e comparar as medidas encontradas com aquelas fornecidas pelos guias na visita à fábrica de cerâmica. Bertoli (2015) relata que os estudantes não apresentaram dificuldades para resolver as atividades. Nesses casos, tiveram que articular os saberes da matemática para desenvolver a resolução dos problemas. Em dimensões mais gerais, articularam os saberes das diversas disciplinas para a resolução da situação-problema.

A abertura das caixas-pretas ocorreu com e sem a ajuda de especialistas, como se observa na fala de um estudante: “Algumas questões o especialista da cerâmica nos respondeu, outras foram os professores da escola e também tiveram algumas que nós pesquisamos sozinhos” (BERTOLI, p. 94). Eles recorreram aos especialistas de maneira moderada, sem depender exclusivamente deles para resolver o problema. Ao final do projeto, os estudantes, em duplas, apresentaram uma solução para a situação-problema por meio de um seminário. Considera-se que a representação final das duplas foi interdisciplinar, pois integraram outras áreas do conhecimento para responder à situação-problema.

No relato, não havia indicadores sobre a utilização de analogias, metáforas ou comparações, ou então, a articulação de saberes, debates técnicos, políticos e éticos. No apêndice K apresenta-se uma síntese avaliativa da IIR descrita na Dissertação 8.

#### 4.9. DISSERTAÇÃO 9: ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE: CONCEITO DE PROPORCIONALIDADE NA COMPREENSÃO DE INFORMAÇÕES CONTIDAS EM RÓTULOS ALIMENTÍCIOS

A vivência de IIR relatada na Dissertação 9 foi realizada pela professora pesquisadora (professora de Matemática), em uma turma de 8º ano de uma escola da rede pública de ensino situada em Gaspar/SC, no ano de 2014. Seu objetivo foi trabalhar com o conceito de proporcionalidade e as informações contidas em rótulos de alimentos. No Quadro 16 segue uma breve descrição da vivência de IIR relatada na Dissertação 9.

Quadro 16 - Descrição da vivência de IIR da Dissertação 9

Etapas teóricas da metodologia de IIR	Descrição das etapas da vivência de IIR - Dissertação 9.
Elaboração de clichê da situação estudada	Para chamar a atenção da turma quanto à questão da proporcionalidade, a professora fez uma dinâmica de degustação às cegas. Preparou sucos com concentrações diferentes (fraco, forte e ideal), enquanto os estudantes de olhos vendados, deveriam adivinhar se o suco que ingeriram era fraco, forte ou ideal, e discutir a questão de proporcionalidade no preparo dos sucos. Ela solicitou que os estudantes trouxessem para o encontro posterior rótulos de alimentos. Na aula posterior, organizou a sala de aula em grupos de alimentos e pediu aos estudantes que observassem os rótulos e identificassem as informações que não compreendiam. É importante ressaltar que não se apresentou nenhuma situação-problema aos estudantes.
Panorama espontâneo	A professora e os estudantes selecionaram as dúvidas pertinentes registradas no clichê e elencaram as disciplinas e especialistas envolvidos no projeto. Ela dividiu as questões do clichê em dimensões a estudar. Além disso, elaborou-se uma lista de postura e tensões, na qual se discutiram as posições a adotar para responder ao problema. Diante das bifurcações das questões, a professora e os estudantes escolheram estudar a problemática do ponto de vista do consumidor.
Consulta aos especialistas e especialidades	Os especialistas foram à escola e ministraram palestras aos estudantes segundo as questões que elaboraram e delimitaram nas etapas anteriores.
Indo a campo	Os estudantes visitaram uma fábrica de conserva de palmito, onde puderam acompanhar desde o processo de colheita até a rotuladeira. Na aula de Ciências, realizaram um relato da visita.
Abertura aprofundada de caixas-pretas e busca de princípios disciplinares	Nesta etapa, foram estudados conteúdos conceituais de Matemática, Ciências, Artes e Filosofia e resolvidas algumas atividades.
Esquema global da situação estudada	Os estudantes esquematizaram a construção de um rótulo de alimento. Nas aulas de Artes, escolheram um alimento e desenvolveram uma embalagem com algumas informações, como: nome do produto ( <i>slogan</i> ), cores, data de fabricação, validade, etc. Nas aulas de Matemática, verificaram quais eram os nutrientes que caracterizavam o produto como <i>light</i> , calcularam a quantidade de quilocalorias ingeridas em um café da manhã e elaboraram parte de uma tabela nutricional para um bolo de chocolate.
Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas	Durante a elaboração da síntese da IIR, os estudantes tiveram a necessidade de pesquisar sobre algumas perguntas do clichê que ainda não tinham sido respondidas.
Síntese da IIR produzida	Os estudantes, em duplas, fizeram um bolo de caneca e elaboraram os rótulos. Por fim, apresentaram o trabalho à escola.

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.9.1. Avaliação do relato da vivência da IIR da Dissertação 9

Primeiramente, destaca-se uma das limitações do desenvolvimento da IIR da Dissertação 9, que se refere à inexistência de uma situação-problema. A proposta metodológica da IIR tem como um dos principais objetivos epistemológicos a construção de uma representação e, por esse motivo, torna-se indispensável a situação-problema, pois é a partir dela que a representação é construída, visto que não é possível fazer uma modelização, se não há algo para modelizar.

Siqueira (2015), em alguns momentos, destaca que a representação da IIR será a construção de um rótulo de alimento. Se a intenção da professora era trabalhar com rótulos e proporcionalidade, ela poderia ter fornecido uma situação-problema como, por exemplo, solicitar aos estudantes que construíssem um rótulo completo (desde o *design* até a tabela nutricional) para um determinado alimento, contendo uma receita específica.

No entanto, embora o projeto da professora não tenha contado com uma situação-problema, ela seguiu as etapas da metodologia de Fourez para que os estudantes adquirissem uma compreensão sobre os rótulos de alimentos.

Em relação à formação democrática, os estudantes discutiram questões sociais relacionadas, principalmente, à propaganda, ao consumo e à saúde. Dialogaram com especialistas e o professor sobre como uma propaganda, ou a embalagem de um produto, influencia em sua compra e como é o consumo de determinados alimentos no Brasil, como o arroz branco, que é menos saudável que o integral.

Identificou-se que houve um empenho por parte dos estudantes para realizar as atividades propostas pelos professores, o que indica o comprometimento na elaboração da representação final da IIR. Esta favoreceu um ensino contextualizado, na qual os estudantes puderam pensar na alimentação diária, compreender a importância nutricional dos alimentos e apropriar-se de um conhecimento capaz de permitir a leitura de rótulos de alimentos. Isso contribuiu para a formação cidadã, já que se trata de um estudo da realidade. Considera-se que os estudantes fizeram uma intervenção na realidade quando construíram seus próprios rótulos de alimentos.

Não se encontraram indicativos de que a vivência da IIR propiciou a compreensão acerca de questões epistemológicas, discussões históricas e políticas sobre C&T, ou mesmo, a abordagem CTS.

O relato de IIR da Dissertação 9 apresentou a maioria dos indicativos acerca da formação social. Os estudantes organizaram o



projeto com o auxílio da professora, embora o indicado, segundo Fourez (2005), seria que os estudantes fizessem essa organização sem depender do professor, de modo que se conclui que houve uma limitação em relação a esse indicativo. A decisão sobre a escolha do produto final e os passos a seguir para construí-lo foi orientada exclusivamente pela professora. Segundo Fourez (2005), a autonomia dos estudantes é um dos atributos fundamentais para se chegar a uma ACT, diante disso, o mais apropriado seria deixar que decidissem o que fazer para favorecer o desenvolvimento da autonomia. Ao favorecer esse atributo, eles tiveram a oportunidade de escolher a bifurcação a seguir, como se constata no seguinte trecho: “Decidimos então, estudar a partir do ponto de vista de um consumidor, deste modo, poderíamos entender melhor como interpretar as informações contidas nos rótulos alimentares” (SIQUEIRA, 2015, p. 75).

A escolha dos especialistas foi feita pelos estudantes, que os convidaram a apresentar uma palestra na escola para responder às suas principais dúvidas (questões elaboradas no clichê). Para isso, enviaram as questões do clichê, por eles previamente escolhidas, aos especialistas. Além da busca de informações, também precisaram fazer consultas na internet para responder a algumas questões que apareceram no decorrer da IIR como, por exemplo: “Qual a diferença de peso líquido e peso neto?” e “Qual deve ser a redução calórica para um alimento ser considerado *light*?”

Os estudantes tomaram decisões frente ao problema, como se constata na passagem a seguir:

A tomada de decisão [acerca das posturas e tensões a seguir] rendeu algumas discussões, ora os estudantes se preocupavam com as suas escolhas alimentares (dimensão biológica, econômica e psicológica), ora gostariam de saber como ocorre o processo de criação de um rótulo de alimento e a sua inserção no mercado de consumo (dimensão química, psicológica, técnica e econômica). Estávamos então, frente a uma bifurcação, melhor dizendo, qual caminho escolher (SIQUEIRA, 2015, p. 75).

A decisão que os estudantes tomaram foi a de estudar os rótulos a partir da ótica dos consumidores. A subdimensão comunicação apresentou conformidade com os pressupostos de Fourez (2005). Os estudantes comunicaram suas ideias prévias sobre os alimentos,

dominaram termos da linguagem científica, principalmente aqueles relacionados a calorias, nutrientes, regra de três, proporção, etc. Identificou-se, no relato, a existência do diálogo dos estudantes entre eles e com os professores e especialistas. O domínio de conhecimentos para a interação social também esteve presente, uma vez que eles se apropriaram de conhecimentos científicos, relacionados, na maioria das vezes, às áreas de Química, Biologia e Matemática, e aos conhecimentos sociais sobre o consumo e a alimentação. Não se encontraram indicativos de discussões tecnológicas. Por meios dos conhecimentos científicos e sociais apropriados pelos estudantes, foi possível tomar decisões frente ao projeto e elaborar o rótulo final de maneira fundamentada em conceitos matemáticos, visto que relacionaram esses conhecimentos com as atividades do projeto. No entanto, percebeu-se que, embora os estudantes tenham discutido acerca de questões envolvendo uma alimentação saudável, esse conhecimento não apareceu na hora de decidir a receita a ser elaborada. Logo, identifica-se uma limitação nesse aspecto. A receita do bolo foi fornecida pela professora e os estudantes a aceitaram sem nenhum questionamento.

Como os estudantes dividiram-se em grupos para preparar o bolo de caneca e confeccionar o rótulo final, não houve a elaboração de uma representação compartilhada. O fato de a professora fornecer uma receita para os estudantes, e eles a aceitarem prontamente, impossibilitou a negociação de decisões.

A formação modelizadora foi a que apresentou maiores limitações. Foram identificados apenas quatro indicadores. O primeiro foi a interpretação de problemas de um contexto a outro, já que os estudantes fizeram, primeiramente, o estudo da regra de três aplicado em um contexto específico, que tinha como problema: Se cada estudante beber 1 copinho de 50 ml de suco, quantos litros serão necessários preparar para a turma inteira? E depois aplicaram esse conhecimento para determinar quantidades de caloria de um produto alimentício. O segundo e o terceiro indicativos referiam-se à abertura de caixas-pretas pelos estudantes, com ou sem a ajuda de especialistas, e o último, à criação de um modelo interdisciplinar, que deveria conter os conhecimentos de diversas disciplinas aplicadas durante o projeto. Neste caso, os estudantes deram ênfase apenas às questões de matemática e *marketing*, logo, considera-se que houve limitações nesse aspecto.

Não foram identificados os indicativos referentes à modelização, utilização de analogias, metáfora e comparações e realização de debates éticos, técnicos e políticos. Na apêndice L apresenta-se uma síntese da avaliação do relato de IIR da Dissertação 9.

#### 4.10. DISSERTAÇÃO 10: ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE PROMOVEDO APRENDIZAGEM ATIVA

As vivências de IIR's relatadas na Dissertação 10 foram desenvolvidas pela professora-pesquisadora em uma escola pública estadual, situada em Caxias do Sul/RS, na disciplina de Física, em 2013, e nas disciplinas de Física e Seminário Integrado, em 2014, com turmas de 3º ano do Ensino Médio. A IIR desenvolvida em 2013 foi um projeto piloto que objetivava qualificar a professora-pesquisadora; já a IIR de 2014 referia-se à metodologia analisada pela pesquisa da Dissertação 10. Ambas as IIR tinham como tema as descargas elétricas no Brasil. A seguir, descreve-se e avalia-se a IIR analisada na Dissertação 10. No Quadro 17 apresenta-se a descrição dessa vivência.

Quadro 17 - Descrição da vivência de IIR da Dissertação 10

<b>Etapas teóricas da metodologia de IIR</b>	<b>Descrição das etapas da vivência de IIR - Dissertação 10.</b>
Elaboração de clichê da situação estudada	Para motivar os estudantes a estudar o tema “A descarga elétrica no Brasil”, a professora apresentou um vídeo que trazia o flagrante da morte de uma mulher jovem que estava passando o final de semana na praia do Guarujá em São Paulo, em janeiro de 2014. Os estudantes elaboraram, em tiras de papel, questionamentos sobre o tema. Foram definidos, a partir das questões do clichê, oito aspectos a serem estudados sobre o tema. A partir desses aspectos sugeridos pela professora, os estudantes fizeram a categorização das questões.
Panorama espontâneo	Os estudantes realizaram uma investigação extraclasse, entregaram à professora um pequeno registro sobre a pesquisa e fizeram uma apresentação oral à turma. Após a apresentação, foram divididos em grupos de acordo com o interesse de pesquisa.
Consulta aos especialistas e especialidades	Os estudantes estabeleceram especialistas e especialidades a consultar.
Indo a campo	As equipes consultaram familiares, profissionais, professores e fizeram uma pesquisa bibliográfica.
Abertura aprofundada de caixas-pretas e busca de princípios disciplinares	Foram trabalhados pela professora os conteúdos de eletrostática, além disso, ela apresentou uma série de reportagens sobre descargas elétricas e realizou atividades experimentais demonstrativas sobre o assunto.
Esquema global da situação estudada	Os estudantes fizeram pesquisas sobre o tema, elaboraram trabalhos escritos e apresentaram à turma suas pesquisas.
Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas	Nesta etapa, os estudantes fizeram pesquisas em livros, revistas científicas e jornais, sendo promovida uma discussão em sala de aula.
Síntese da IIR produzida	Os estudantes produziram uma redação sobre o assunto “As descargas elétricas no Brasil”, voltada à população, e fizeram

	novos questionamentos sobre o tema.
--	-------------------------------------

Fonte: Elaborado pela autora.

#### **4.10.1. Avaliação do relato da vivência da IIR da Dissertação 10**

Como se observa na descrição da IIR, a vivência de IIR da Dissertação 10 apresentou a mesma delimitação da vivência da Dissertação 9, pois não se debruçou sobre uma situação-problema.

Ao se avaliar a formação democrática, encontraram-se indicativos de que houve discussões acerca de questões culturais referentes a mitos sobre descargas elétricas, como consta no trecho a seguir:

Algumas pessoas, principalmente as idosas explicam que quando uma pessoa for atingida por um raio, ela deve ser enterrada no solo para descarregar a energia. Certamente, muitos de nós já ouvimos falar em enterrar a pessoa atingida pelo raio para descarregar a energia, mas isto não passa de um mito e tão pouco se sabe de onde surgiu (MORO, 2015, p. 84).

Essa discussão propiciou que os estudantes pudessem superar algumas concepções alternativas sobre a descarga elétrica advindas do processo cultural.

Discutiram-se algumas questões históricas sobre os raios, conforme aponta Moro (2015):

Os aspectos históricos também foram muito bem abordados pelos estudantes, que procuraram explicar desde as primeiras observações de raios, até o conceito atual de raios que temos. Com muita propriedade abordaram os mitos como: (viii) badalo de sinos em igrejas para espantar os raios; (ix) árvores como o loureiro que protegia dos raios; (x) espelhos que atraíam raios; (xi) um raio que não atinge duas vezes o mesmo lugar; (xii) raio para os gregos era um castigo de Deus (MORO, 2015, p. 98).

Além disso, em termos históricos, os estudantes também comentaram sobre Benjamin Franklin, que “evidenciou” que os

relâmpagos são descargas elétricas naturais utilizando sua famosa experiência com a pipa, no ano de 1752.

Não se evidenciaram discussões sobre questões epistemológicas acerca da C&T.

A IIR propiciou um ensino contextualizado, visto que os estudantes puderam se apropriar de conhecimentos de diferentes disciplinas aplicados a uma situação específica. Aproximaram o tema abordado à realidade do estado que habitam (Rio Grande do Sul), como no seguinte trecho da redação: “Segundo o último levantamento do INPE, a incidência de raios no Rio Grande do Sul aumentou, tornando-se o estado número 1 no ranking” (MORO, 2015, p. 101). Não houve nenhuma intervenção direta na comunidade onde vivem, apenas um estudo dos raios que envolveu o contexto da região. Admite-se que os estudantes foram estimulados a uma formação cidadã, pois estudaram sobre os raios, um fenômeno constante na região onde habitam, e puderam pensar em um modo de atuar segundo o conhecimento adquirido. Em alguns trechos do relato, Moro (2015) aponta que os estudantes se preocuparam em passar as informações obtidas sobre os raios para a comunidade, a fim de evitar mortes e danos materiais, como a queima de eletrônicos. Segundo Moro (2015), mostraram-se comprometidos com o desenvolvimento da IIR, constatando informações e consultando especialistas. A IIR não contou com uma abordagem CTS.

Os aspectos econômicos foram abordados durante a IIR, como se constata na seguinte passagem: “As descargas elétricas causam um grande prejuízo na economia, há falta de energia, danos nas indústrias, rede de telefonia e também em vidas” (MORO, 2015, p. 101). Não houve discussões sobre questões políticas.

Sobre a formação social, os estudantes organizaram e sistematizaram o projeto com o auxílio da professora e tiveram autonomia em delimitar o que estudariam e quais caixas pretas abrir acerca do tema oferecido. Neste sentido, considera-se que houve autonomia na organização do projeto, porém, com limitações, já que a professora os induziu, algumas vezes, em determinadas sistematizações, como na delimitação das categorias das questões elaboradas no clichê. A decisão sobre o que elaborar como produto final foi uma decisão tomada pela professora e acatada por eles. O indicado seria que realizassem a escolha do que produzir e como para desenvolverem o critério de autodeterminação importante para a autonomia. O produto final elaborado por cada estudante foi uma redação sobre as descargas elétricas no Brasil. Para a sua elaboração, buscaram informações na

internet e consultaram especialistas, escolhidos pelos próprios estudantes. Não se encontraram indicativos de que tenham tomado decisões frente ao problema e que escolheram qual bifurcação seguir para responder ao tema. A subdimensão comunicação alcançou todos os critérios esperados, segundo a proposta de Fourez (2005). Os estudantes se comunicaram utilizando suas ideias prévias, sobretudo na etapa de motivação proposta pela professora e na etapa do clichê. Puderam dominar termos da linguagem científica, como se evidencia no trecho a seguir:

A equipe que trabalhou com os aspectos físicos entregou um dos trabalhos mais completos sobre as descargas elétricas atmosféricas, diferenciando raios, relâmpagos e trovões, explicando que primeiro vemos o relâmpago e em seguida ouvimos o trovão e que isto ocorre pelo fato de a velocidade da luz ser muito maior do que a velocidade do som (MORO, 2015, p. 98).

Moro (2015) relata que houve diálogo entre os estudantes, entre os estudantes e os professores e entre os estudantes e os especialistas, assim como segurança, por parte dos estudantes, na apresentação das pesquisas e na elaboração das redações.

Aconteceram discussões sobre conhecimentos científicos relacionados, principalmente, à física (raio, trovão, relâmpagos, velocidade da luz, etc.), à química (ciclo do nitrogênio), a conhecimentos sociais (mitos, frequência de raios no país, causas de morte por raios devido à falta de informação, etc.) e tecnológicos (para-raios), que proporcionaram uma fundamentação para a elaboração do produto final. Para Moro, durante a etapa da esquematização da situação, “ficou evidente que os estudantes haviam desenvolvido as habilidades de negociação e de tomada de decisão” (MORO, 2015, p. 96). Neste sentido, considera-se que os estudantes negociaram suas decisões frente à situação apresentada. Os estudantes não elaboraram uma representação compartilhada, como sugere Fourez (2005), o que teria favorecido ainda mais as discussões e as negociações. Não houve indicativos de tomada de decisões frente à situação-problema mediante a utilização de conhecimentos científicos, sociais e tecnológicos.

Sobre a formação modelizadora, houve apenas os indicativos da abertura de caixas-pretas com e sem a ajuda de especialistas. Não se identificaram outros indicativos relacionados a essa formação. No

apêndice M, encontra-se uma síntese da avaliação do relato da IIR da dissertação 10.

#### 4.11. AVALIAÇÃO GERAL DAS VIVÊNCIAS DE ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE

Este trabalho iniciou com a exposição do problema de pesquisa: **As vivências da metodologia de IIR, relatadas nas dissertações da área de Educação em Ciências e Matemática, contribuem para promover os objetivos da ACT?** A hipótese para o problema foi de que a vivência da metodologia IIR favorece a promoção da ACT, para isso, elaborou-se um referencial de avaliação, apresentado no Capítulo 3. A partir do referencial de avaliação, procurou-se avaliar os relatos de IIR, da área de Educação em Ciências e Matemática, buscando a consonância com os pressupostos de Fourez acerca da ACT e com as propostas de formação cidadã presentes nos documentos curriculares federais da Educação Básica.

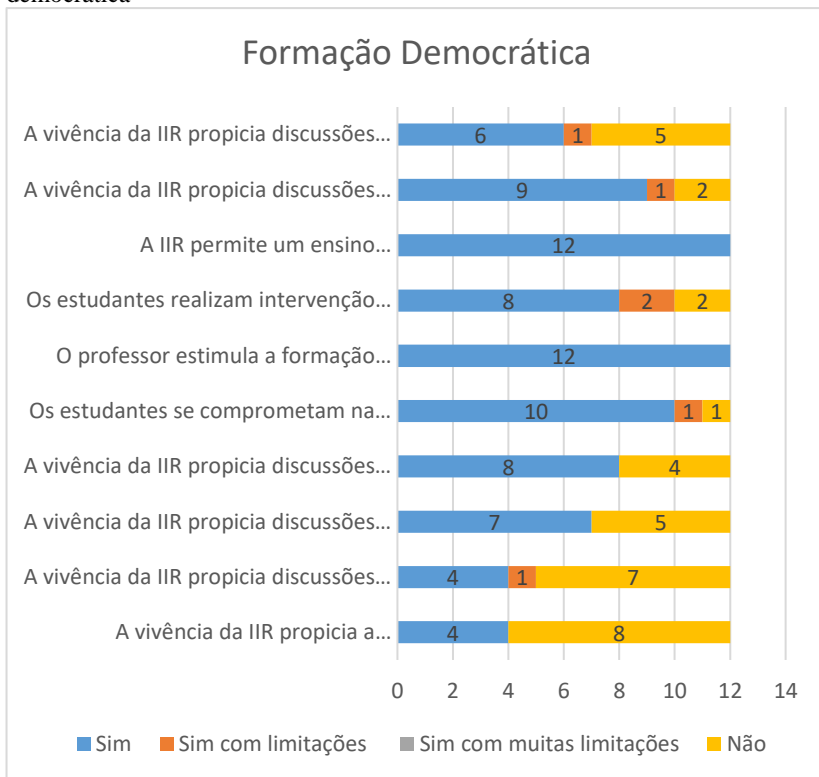
Por meio da avaliação, chega-se à conclusão de que as vivências de IIR relatadas propiciaram aos estudantes uma experiência diferenciada, como a oportunidade de relacionar os conhecimentos científicos e tecnológicos aos aspectos humanos, sociais, políticos e econômicos. Isso permitiu que os estudantes vissem a Ciência não como uma verdade absoluta, mas como um conjunto de representações que os auxilia a compreender e resolver problemas cotidianos. Em todos os relatos de IIR houve a apresentação de discussões acerca dos conhecimentos científicos ou tecnológicos vinculados a alguma situação cotidiana. A seguir, Figura 9, apresenta-se um gráfico referente à formação democrática, que esboça uma situação geral dos relatos de IIR analisados. Para a sua construção, foram contabilizadas todas as vivências de IIR relatadas (12 vivências) e seus respectivos resultados na escala de análise.

Por meio do gráfico, nota-se que as maiores limitações encontradas nos relatos acerca de formação democrática, foram em relação às discussões sobre questões epistemológicas e históricas relacionadas à C&T. Uma sugestão para se explorar esses aspectos é reforçar, junto com os estudantes, como a C&T foi sendo construída com o passar do tempo, buscando enfatizar que ela não é neutra, mas antes, uma construção social.

Por outro lado, percebe-se algum êxito quanto à formação cidadã, visto que a maioria dos relatos aponta para um ensino contextualizado pautado em discussões culturais, econômicas e políticas sobre C&T,

fornecendo, assim, subsídios para que os estudantes possam atuar criticamente na sociedade.

Figura 9 - Resultados das vivências de IIR acerca da dimensão formação democrática

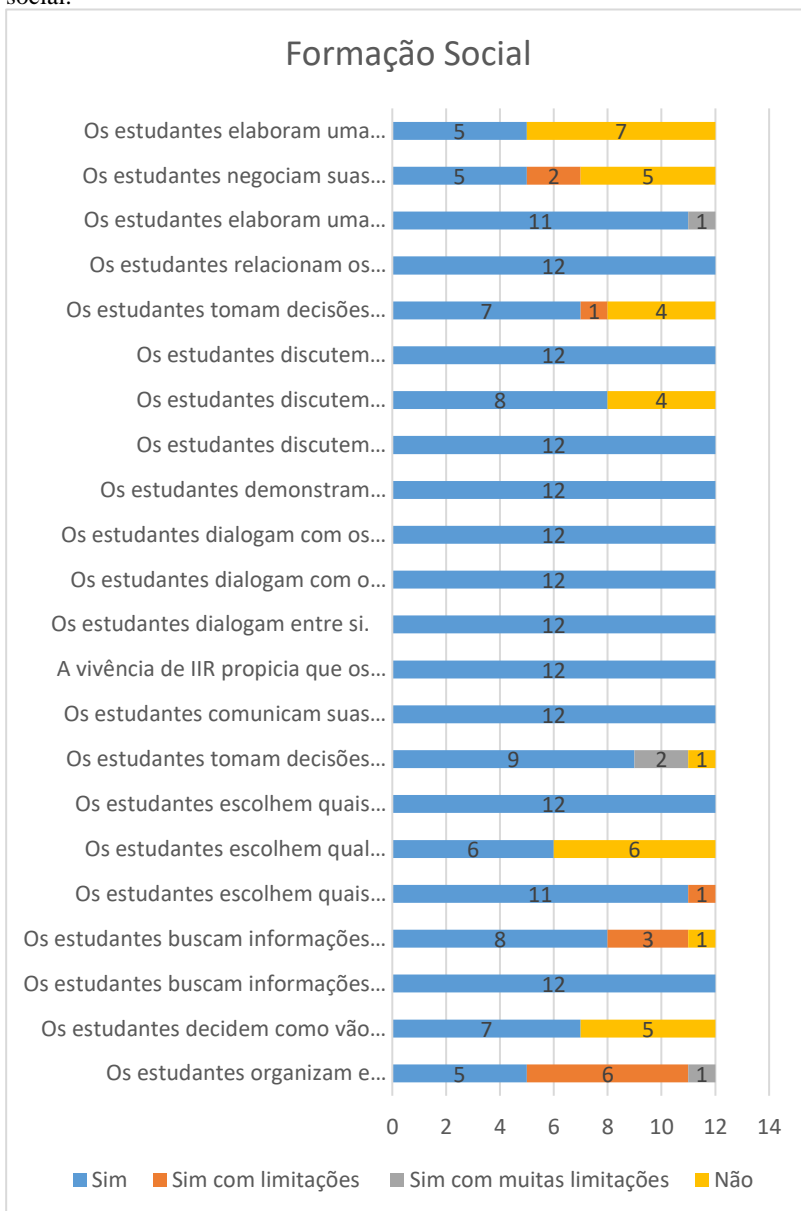


Fonte: Elaborado pela autora.

As questões atitudinais referentes à formação social tiveram destaque nos relatos de vivências de IIR, como se observa na Figura 10.



Figura 10: Resultados das vivências de IIR acerca da dimensão formação social.



Fonte: Elaborado pela autora

Segundo a avaliação, houve o desenvolvimento de atitudes e valores aliados à capacidade de tomar decisões. Um aspecto que chamou a atenção foi a tomada de decisões considerando os aspectos éticos para se resolver determinada situação-problema. Uma das grandes preocupações foi com a questão ambiental, uma vez que sete das doze vivências de IIR analisadas teve a situação-problema legitimada pela preservação do meio ambiente.

Em relação à autonomia, os estudantes, muitas vezes, se posicionaram frente à situação-problema, foram autossuficientes no recolhimento das informações, na escolha de quais caixas-pretas abrir e na consulta aos especialistas. Mostraram certa autodeterminação na tomada de decisões e na escolha de como construir o produto final, embora, com frequência, os professores influenciassem suas decisões, interferindo em sua autonomia. Isso ocorreu, por exemplo, quando alguns professores sugeriram questões e conteúdos a estudar, delimitando a situação-problema, organizando o panorama espontâneo ou apontando caminhos para seguir ou o tipo de produto final que desejavam. Essas interferências, por parte dos professores, na maioria das vezes, eram apenas sugestões, embora os estudantes, quase sempre, as adotassem prontamente. Isso pode ser uma consequência do sistema de ensino, dito tradicional, em que os estudantes estão acostumados com professores orientando e “ditando as regras”. Isso foi uma das principais limitações das vivências de IIR referente à formação social.

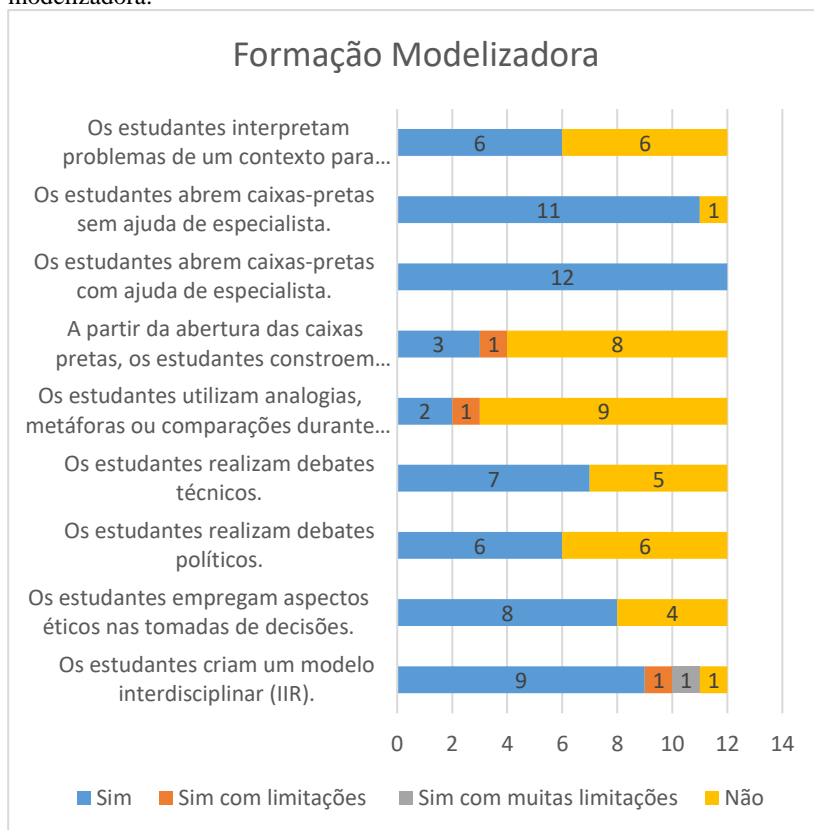
Além disso, encontraram-se outras limitações em relação à tomada de decisões, negociações e à elaboração de uma representação compartilhada. Um exemplo disso ocorreu com algumas vivências de IIR, que não elaboraram uma representação única, desfavorecendo, assim, as negociações entre os estudantes. Sobre o posicionamento, na maioria das IIR, não se chegou a discutir qual bifurcação escolher a fim de se solucionar o problema.

A comunicação foi a habilidade que atingiu maior êxito em todas as vivências de IIR, pois os estudantes tiveram voz durante todos os projetos. É importante frisar que essa comunicação foi conduzida e permeada por discussões científicas, tecnológicas e sociais. A partir delas, identificou-se o domínio de conhecimentos acerca da C&T. Desta forma, constatou-se que os estudantes tomaram um posicionamento fundamentado e responsável frente às situações-problema.

Em relação ao uso dos objetivos operacionais, as vivências propiciaram a utilização da maioria deles. As principais limitações foram em relação à construção de modelos simples e à utilização de

metáforas, comparações e analogias, como se pode observar na Figura 11.

Figura 11: Resultados das vivências de IIR acerca da dimensão formação modelizadora.



Fonte: Elaborado pela autora

De acordo com o gráfico da Figura 11, nota-se que, apesar de algumas limitações, na maioria das vivências de IIR ocorreu o desenvolvimento dos objetivos operacionais. Percebe-se que ocorreram interpretações de problemas de um contexto para outro, abertura de caixas-pretas com e sem a ajuda de especialistas, debates técnicos, éticos e políticos e a funcionalidade da metodologia que favorece, de fato, a criação de um modelo interdisciplinar.

Em todas as dissertações analisadas se observou, por meio das falas, que os estudantes se identificaram com a experiência, que lhes trouxe um significado à vida.

Diante desse contexto, conclui-se que os relatos de vivências de IIR apresentam consonância com os objetivos da ACT proposto por Fourez e com os objetivos sobre a formação cidadã presente nos documentos curriculares nacionais. A metodologia de IIR contribui, de fato, para a formação de estudantes alfabetizados científica e tecnologicamente, assim como aponta Fourez (2005). Porém, vale ressaltar que não é com o desenvolvimento de uma IIR que os estudantes serão alfabetizados em C&T, pois o processo de ACT é um processo para a vida.

#### 4.12. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

De acordo com a análise do relato da dissertação 1, percebe-se que o professor, por meio de sugestões, priorizou discussões relacionadas às questões culturais, epistemológicas, sociais, artísticas e históricas. Por outro lado, os estudantes silenciaram aquelas relacionadas às discussões culturais, artísticas e históricas, dando prioridade, principalmente, às éticas, econômicas, epistemológicas, políticas, ambientais, científicas e tecnológicas. Eles se mostraram comprometidos e, em vários momentos, foram autônomos e capazes de produzir uma resposta à situação problema de maneira fundamentada.

Na IIR 1 da Dissertação 2, as discussões ambientais, éticas, epistemológicas, sociais e econômicas ganharam ênfase, favorecendo um ensino contextualizado e interdisciplinar. A autonomia e comunicação foram evidenciadas em diversos momentos. No entanto, foi possível observar fragilidades nas discussões históricas e em aspectos da formação modelizadora. Na mesma dissertação, a IIR 2 pautou-se em discussões ambientais, éticas, econômicas e no desenvolvimento da autonomia, comunicação e domínio dos conhecimentos científicos e tecnológicos. A IIR 3 firmou-se em questões culturais, econômicas e políticas vinculadas ao meio ambiente. Ela tratou de um problema real da vivência dos estudantes. Isso mostra que houve uma preocupação em promover um ensino contextualizado. Além disso, de acordo com o relato, a vivência privilegiou o convívio com os especialistas e o aprofundamento de conhecimentos científicos e tecnológicos.

A vivência de IIR relatada na dissertação 3 direcionou-se para uma abordagem epistemológica, política, econômica e social acerca da C&T. A autonomia e a comunicação dos estudantes foram fortemente estimuladas durante a vivência de IIR.

Segundo o relato da dissertação 4, as questões epistemológicas e éticas foram evidenciadas. O que mais se destacou nessa vivência foram as subdimensões comunicação e domínio de conhecimentos científicos e tecnológicos. A autonomia e as discussões culturais, sociais e políticas não foram promovidas segundo a proposta de Fourez (2005). A dimensão relacionada à formação modelizadora também não alcançou grandes êxitos.

A vivência de IIR relatada na dissertação 5, apresenta uma situação problema de carácter ambiental, favorecendo discussões CTS. Assuntos sobre economia e políticas públicas ganharam destaque nas falas dos estudantes. A autonomia dos estudantes foi um pouco prejudicada, pois em alguns momentos o professor acabou tomando decisões no lugar dos estudantes. A comunicação e o domínio de conhecimentos atingiram todos os indicadores esperados. Foram silenciadas nessas vivências discussões epistemológicas, culturais e históricas, assim como não foram encontrados indicativos de que os estudantes construíram modelos simples, utilizaram analogias, metáforas ou comparações para explicar ou compreender determinados assuntos e interpretaram problemas de um contexto para outros.

A vivência de IIR da dissertação 6, tratava-se de uma IIR em torno de noção, voltada à compressão sobre Progressão Aritmética e Progressão Geométrica. Como a situação problema não tratava de uma situação cotidiana real com um contexto específico, isso acabou por desfavorecer o desenvolvimento de vários indicadores da formação democrática, principalmente no que se refere às questões humanísticas, políticas e econômicas. Por outro lado, os estudantes relacionaram o estudo do conteúdo com situações cotidianas, mas sem nenhuma discussão mais aprofundada. Tratando-se de formação social, essa dimensão atingiu os êxitos esperados. No que diz respeito à formação modelizadora, apenas a realização de debates éticos, técnicos e políticos foram silenciados.

Foram silenciadas na vivência relatada na dissertação 7 questões epistemológicas sobre C&T e discussões tecnológicas. Não ocorreu a busca de informações por outros meios senão a consulta aos especialistas, tomadas de decisões fundamentadas em conhecimentos científicos e tecnológicos, debates técnicos, interpretação de problemas de um contexto para outro, assim como a construção de modelos simples

e utilização de analogias e metáforas. Por outro lado, questões culturais, históricas e o desenvolvimento da comunicação ganhou ênfase durante a vivência de IIR. O ensino também se mostrou contextualizado.

Não ocorreram discussões tecnológicas, sociais, epistemológicas, econômicas, culturais e políticas segundo o relato da vivência de IIR da dissertação 8. Sobre a autonomia, foram proporcionados vários momentos para que este atributo fosse desenvolvido, assim como a comunicação e o domínio de conhecimentos científicos. No entanto, não foi evidenciado relato de negociações entre os estudantes. Sobre a formação modelizadora, não foi propiciado a utilização de analogias, metáforas e comparações durante a vivência e debates técnicos, éticos e políticos.

Prioriza-se na IIR da dissertação 9 um ensino contextualizado, a comunicação e o domínio acerca de conhecimentos matemáticos. No entanto, aspectos relacionados à autonomia e o domínio de conhecimentos tecnológicos e sociais foram calados. A IIR teve um caráter mais disciplinar que interdisciplinar.

Conhecimentos de física ganharam ênfase na IIR da dissertação 10. Não aconteceram discussões culturais, epistemológicas e políticas relacionadas à C&T. A comunicação entres os estudantes foi favorecida durante a vivência de IIR. Os atributos da formação modelizadora foram os mais silenciados.

Os resultados obtidos apontam êxitos acerca da abordagem contextualizada e interdisciplinar. Todos os relatos de IIR indicam que ocorreu um ensino contextualizado e a maioria deles aponta que os estudantes elaboraram representações interdisciplinares.

As vivências propiciaram que vários estudantes pudessem elaborar representações utilizando conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais, pautada em uma realidade concreta. Isso pode levar os estudantes a encontrarem um sentido para aquilo que estudam e perceberem a importância desses estudos. Além disso, a autonomia, a comunicação e o domínio, características principais para uma formação social, foram observadas nas vivências de IIR, assim como habilidades operacionais necessárias para a construção e manejo das representações.

Diante desse contexto, percebe-se que há consonâncias entre as vivências de IIR com os pressupostos de Fourez e os documentos curriculares nacionais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

### *As limitações da pesquisa e o referencial de avaliação*

O trabalho ora apresentado situa-se na interface da metodologia de IIR e a avaliação do processo da ACT. Para isso, foi construído um referencial de avaliação que proporcionou a ligação lógica entre essas duas partes, pois permitiu a formulação de juízo de valor sobre o dispositivo educativo por meio da relação entre as séries de dados do real e um modelo “ideal” construído teoricamente. Além disso, por meio do referencial de avaliação, foi possível interpretar os dados e pensar em sugestões para um bom desenvolvimento de IIR.

Reconhece-se que avaliar diferentes vivências de IIR por meio de um referencial de avaliação pautado em generalizações é limitado, devido às particularidades de cada uma delas. Há vivências que, por exemplo, exploram mais de um critério em uma determinada habilidade que outra, ou então, que apresentam uma situação-problema mais favorável para determinadas discussões e possíveis intervenções na sociedade, ou ainda, que organizam as etapas da IIR de maneira diferente daquela proposta por Fourez (2005). Um ponto positivo do referencial de avaliação é que, por apresentar características gerais, pode ser utilizado para avaliar o processo de ACT em outras IIR. É importante ressaltar também que esse referencial é voltado para avaliar o processo de ACT no desenvolvimento de IIR, sendo específico para esse tipo de metodologia, e não generalizável àqueles procedimentos metodológicos que também pretendem desenvolver a ACT.

Durante a investigação, percebeu-se certa limitação em algumas dissertações quanto à falta de dados, o que impossibilitou a identificação de indicativos que compõem o referencial de avaliação, prejudicando, assim, a análise. Apesar disso, o referencial atendeu o esperado pela pesquisadora, pois foi possível fornecer uma avaliação acerca dos dispositivos educativos considerando os diferentes atores desses projetos. A metodologia de referencialização permitiu explicitar as especificações dos critérios e indicadores esperados pela metodologia de IIR. Nesse contexto, considera-se que o instrumento contemplou os critérios e os indicadores fundamentais esperados do processo de ACT e da formação cidadã. Para pesquisas futuras, seria interessante pensar neste referencial para ser utilizado pelo professor em sua avaliação, incluindo, por exemplo, marcadores de tempo e intensidade.

***Consonância das vivências de IIR com os pressupostos de Fourez e os documentos curriculares nacionais.***

No capítulo 1 e 2, deste trabalho, foi apresentada a harmonia entre os documentos curriculares nacionais e os pressupostos de Fourez, na qual ambos defendem um ensino em uma abordagem contextualizada e interdisciplinar, direcionada para a formação social do indivíduo. Fourez (2005), para atender sua perspectiva de ensino, propõe a metodologia de IIR. Relatos de vivências em sala de aula dessa metodologia foram alvo de avaliação neste trabalho.

A partir da análise realizada percebe-se, sobre a formação democrática, que foram priorizados nas vivências de IIR relatadas um ensino contextualizado e a formação para cidadania. Em todos os relatos é possível identificar que os professores que trabalharam com a IIR tiveram a preocupação em elaborar uma situação-problema com características reais e imersa em um contexto específico. Isso favoreceu que os estudantes pensassem em como proceder para resolver um problema real desenvolvendo o compromisso e uma formação para a cidadania. As discussões que ganharam destaque pelos estudantes durante as vivências, segundo os relatos, eram sobre questões econômicas e ambientais. Observa-se que, na maioria das vezes, os estudantes buscavam uma resposta para a situação-problema pautando-se na forma mais econômica e que causasse menos prejuízos ambientais, demonstrando-se éticos nas tomadas de decisões.

As questões políticas, epistemológicas e históricas acerca da C&T foram silenciadas na maioria dos relatos. Dentre elas a que mais chama atenção é a questão epistemológica, pois para Fourez (2005), o ensino contextualizado trata-se de compreender a epistemologia da C&T, pois mesmo isso sendo um dos objetivos principais do autor, acabou sendo deixado de lado. Apenas quatro dos doze relatos apresentaram o indicativo sobre discussões epistemológicas. O mais curioso, é que as primeiras IIR que foram desenvolvidas e relatadas no Brasil apresentam uma preocupação maior em desenvolver este atributo. Essa questão precisa ganhar destaque nas próximas vivências de IIR, visto que se trata de um dos pontos estruturantes da metodologia de IIR de Fourez (2005).

Sobre a formação social, a subdimensão comunicação foi destaque nos doze relatos de IIR analisados. Com isso, percebe-se que com a metodologia de IIR, conseguiu uma ruptura daquela visão dita tradicional de ensino, em que o professor detém o conhecimento, para um ensino em que o estudante é o protagonista do próprio conhecimento. Atributos acerca da autonomia também foram



priorizados durante as vivências de IIR, embora, em alguns casos, mesmo com isso, aconteceu do professor influenciar nas decisões e andamento do projeto sem ter a intenção. Uma das maiores dificuldades foi durante o panorama espontâneo, no qual os estudantes tiveram dificuldades em organizar e sistematizar o projeto sem ficar dependendo exclusivamente do professor. Isso pode ser resposta do sistema de ensino mais usual que, geralmente, o professor organiza e orienta os estudantes sobre *o que e como* fazer. Em relação ao domínio de conhecimentos, notou-se que os conhecimentos científicos e sociais foram priorizados em todas as vivências relatadas. Já sobre os conhecimentos tecnológicos, quatro relatos não apresentaram essas discussões. Sete relatos expõem que foram silenciadas as negociações entre os estudantes e a construção de uma representação compartilhada. As negociações são feitas, na maioria das vezes, durante a elaboração da representação compartilhada, daí ser importante que os estudantes em conjunto apresentem em acordo comum a melhor representação para o problema oferecido, fazendo isso por meio das negociações. As negociações são fundamentais durante a IIR, segundo Fourez (2005), pois ela é capaz de permear a comunicação, autonomia e domínio.

Acerca da formação modelizadora, não foi propiciado utilização de analogias, metáforas e comparações durante a maioria das vivências de IIR, assim como a construção de modelos simples. Sabe-se da grande importância da utilização de modelos simples para o ensino de Ciências e Matemáticas, visto que a Ciência é um processo de representação do mundo, sempre sujeito a reformulações. A construção de modelo simples, utilização de metáforas, comparações e analogias pelos estudantes facilita a construção de relações e significados, favorecendo a aprendizagem, de modo a oportunizar que criem e testem seus próprios modelos cognitivos, detectem e corrijam inconsistências. Nesse contexto, torna-se fundamental a promoção desses atributos. Com isso, reforça-se que nas próximas vivências de IIR, esses atributos sejam prestados mais atenção, para que ocorra o seu desenvolvimento. Por outro lado, percebe-se que foram priorizadas a criação de um modelo interdisciplinar e abertura de caixas-pretas com e sem a ajuda de especialista. Isso demonstra que a IIR permite um ensino contextualizado e interdisciplinar, porém sem deixar de lado os aprofundamentos disciplinares, essencial para a construção de um modelo fundamentado teoricamente.

### *Perspectivas de aplicação*

Almeja-se, por meio desta pesquisa, que outras pessoas possam se inspirar a vivenciar a metodologia de IIR. Como foram encontrados e apontados êxitos e limites nas vivências de IIR, espera-se que esses êxitos sirvam como apoio e incentivo e os limites como aspectos a serem superados nas próximas vivências de IIR. Os resultados apontam que a metodologia de IIR corresponde à proposta teórica e que pode ser utilizada em sala de aula no intuito de alfabetizar os estudantes de modo científico e tecnológico.

O referencial de avaliação construído pode ser utilizado igualmente por aqueles que pretendem avaliar suas vivências de IIR e identificar as limitações para repensar suas próximas vivências.

Vale ressaltar que este trabalho não busca orientar como desenvolver uma IIR, mas fornecer sugestões para o melhoramento das próximas vivências. Agradece-se aos relatores das IIR que forneceram os dados para as investigações e que, de alguma forma, inferiram na formação científica e tecnológica de alguns jovens. Seus relatos foram essenciais para inspirar reflexões que ganharam expressão na forma de sugestões, dicas e compreensões. Para encerrar, cita-se um trecho retirado da obra de Figari (1996) para reflexão:

A avaliação de um dispositivo educativo apresenta números aspectos apaixonantes, [...] em que a criatividade é talvez mais inesperada e em que o prazer de descobrir, de cada vez, um novo segredo do funcionamento dos sistemas de formação é certamente o mais agradável. Porque apesar de cada avaliação ser única, ela comporta o esclarecimento dos fenômenos reconhecíveis [...] e explica por que os investigadores se interessam tanto pelo assunto. Mas o interesse e a qualidade deste tipo de operação têm seu preço: ter de aceitar o fato destas construções referenciais serem efêmeras (FIGARI, 1996, p. 180).

## REFERÊNCIAS

ABRAMUNDO. **Indicador de Letramento Científico**. São Paulo, 2014. Disponível em:

<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2014/08/imagens/Indexe-Letramento-Cientifico.pdf>

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê?. **Ensaio**, v. 3, n.1, p. 1-12, 2001.

AULER, D. Alfabetização Científico-Tecnológica: um novo “Paradigma”? **Ensaio**, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2003

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Edição revista e actualizada. Lisboa: Edições 70, 2010. 281p

BATISTA, I. L.; SALVI, R. F. Perspectiva pós-moderna e interdisciplinaridade educativa: pensamento complexo e reconciliação integrativa. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 147- 159, 2006.

BERTI, V. P.; FERNANDEZ, C. O Caráter Dual do Termo Interdisciplinaridade na Literatura, nos Documentos Educacionais Oficiais e nos Professores de Química. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.8, n.1, p.153-180, maio 2015.

BERTOLI, V. **Ilhas interdisciplinares de racionalidade aplicado ao ensino de área e volume no ensino fundamental**. 2015. 111 f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Centro de Ciências Tecnológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2015.

BETTANIN, E. **As Ilhas de Racionalidade na promoção dos objetivos da alfabetização científica e técnica**. 2003. 160 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

BUNGE, M. **Ciência e desenvolvimento**, v. 11. São Paulo: Itatiaia, 1980. (O homem e a ciência).

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação - Secretaria de Educação Média e Tecnológica.

**Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 2000.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara da Educação Básica. Resolução n.2, de 30 de janeiro de 2012.

**Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 5 ago. 2012

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** – Documento preliminar. MEC. Brasília, 2015.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Básica. **Formação de professores do ensino médio, etapa I - caderno I** : ensino médio e formação humana integral / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica; [autores : Carmen Sylvia Vidigal Moraes *et al.*]. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Básica. **Formação de professores do ensino médio, Etapa II - Caderno III : Ciências da Natureza /** Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica; [autores : Daniela Lopes Scarpa *et al.*]. Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2014.

CACHAPUZ, A. *et al.* (Orgs.) **A necessária renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. 263 p.

CAJAS, F. Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 243-254, 2001

CARDINET, J. **Avaliar é medir?** Lisboa: Edições Asa, 1986.

CHARLOT, B. **Os jovens e o saber: perspectivas mundiais**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001. 152p

CHASSOT, A. I. **Alfabetização Científica: Questões e Desafios para a Educação**. 5. ed. rev. Ijuí: Unijuí, 2011. 368 p.

CORRÊA, T. H. B. **Os anos iniciais da docência em química: da universidade ao chão da escola**. Dissertação. Mestrado em educação, Piracicaba, 2013.

COSTA-BEBER, L. B, MALDANER, O. A. Cotidiano e Contextualização na Educação Química: discursos diferentes, significados próximos. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em ensino de Ciências**. Campinas, 2011.

CUSTÓDIO, J. F. et al. Práticas didáticas construtivistas: Critérios de análise e caracterização **Tecné, Episteme y Didaxis (TED)**, v. 33, p. 11-35, 2013.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2007. (Coleção Docência em Formação)

DELIZOICOV, D.; ZANETIC, J. A proposta de interdisciplinaridade e seu impacto no ensino municipal de 1º grau. In: PONTUSCHKA, N. N. **Ousadia no diálogo: interdisciplinaridade na escola pública**. 3. ed. São Paulo: Loyola, 2001.

FAHL, D. D. **Marcas do ensino escolar de ciências presentes em museus e centros de ciências**. 2003. 203 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

FIGARI, G. **Avaliar: que referencial?** Trad. Júlia Lopes Ferreira e José Manuel Cláudio. Porto: Porto, 1996. 187 p.

FOUREZ, G. **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: Editora da Unesp, 1995.

\_\_\_\_\_. La formation des enseignants des sciences au delà de leurs disciplines et de leurs didactiques. In. **XXe Journées Internationale sur la communication, l'éducation et la culture scientifique et industrielle**. Centre Franco, Chamonix, 1998, pp. 29-36.

\_\_\_\_\_. Crise no Ensino de Ciências? **Revista Investigações em Ensino de Ciências**. 2003.

\_\_\_\_\_. **Alfabetización Científica y Tecnológica**: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires: Ediciones Colihue. 2005.

\_\_\_\_\_. **Educar**: professores, alunos, éticas, sociedades. Aparecida: Idéias & Letras, 2008.

FOUREZ, G.; ENGLEBERT-LECOMPTE, V.; MATHY, P. **Saber sobre nuestros saberes: un léxico epistemológico para la enseñanza**. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

FOUREZ, G.; A. MAINGAIN; DUFOUR, B. **Abordagens Didáticas da Interdisciplinaridade**. Lisboa: Instituto Piaget, 2002.

FRANCO, Maria Laura P. B. **Análise de Conteúdo**. 3 ed. Brasília: Liber livro editora, 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança**: um Reencontro com a Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. E'd. São Paulo: Atlas, 2008.

HADJI, C. **A avaliação, regras do jogo: das intenções aos instrumentos**. Porto: Porto Ed., 1994.

IMHOF, A. M. Q. **Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade**: uma proposta para o estudo da sexualidade humana. 2011. 141 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Centro de Ciências Tecnológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2011.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

JENKINS, E.W. Comprensión pública de la ciencia y enseñanza de la ciencia para la acción. **Revista de Estudios del Currículum**, v. 2, n. 2, p. 7-22, 1999.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**. vol.14, n.1, p. 85-93, 2000.

LAVAQUI, V.; BATISTA, I.L. Interdisciplinaridade em ensino de Ciências e de matemática no ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 3, p. 399-420, 2007.

LEONEL, A. A. **Nanociência e nanotecnologia**: uma proposta de ilha interdisciplinar de racionalidade para o ensino de física moderna e contemporânea no ensino médio. 2010. 215 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - PPGECT, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

LIMA, J. F. L.; PINA, M. S. L.; BARBOSA, R. M. N.; JÓFOLI, Z. M. S. A contextualização no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, Rio de Janeiro, n. 11, p. 27-29, 2000.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária, 1986.

LUCCHESI, I. L. **A ilha de racionalidade e a construção da autonomia no ensino de matemática**. 2010. 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Faculdade de Física. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

MARCO, B. La alfabetización científica. In: PERALES, F. e CANAL, P. (Orgs.). **Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Alcoy: Marfil, 2000. p. 141-164.

MILARÉ, T. **Ciências na 8ª série: da química disciplinar à química do cidadão.** 2008. 254 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - PPGECT, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; PINHO-ALVES, J. P. A. Alfabetização Científica no Ensino de Química: Uma análise dos temas da seção "Química e Sociedade" da revista Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, 2009.

MOHR, A. **A natureza da educação em saúde no ensino fundamental e os professores de ciências.** 2002. 409 f. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

MORESI, E. **Metodologia da Pesquisa.** Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003.

MORO, E. C. **Ilhas interdisciplinares de racionalidade promovendo aprendizagem ativa.** 2015. 142 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, 2015.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Integração curricular por áreas com extinção das disciplinas no Ensino Médio: Uma preocupante realidade não respaldada pela pesquisa em ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.36, n.1, p. 1403-1408, 2014.

NIEZER, T. M.; SILVEIRA, R.M.C.F.; SAUER, E. A utilização de revistas de divulgação científica no ensino de química em um enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade visando a Alfabetização Científica e Tecnológica. **Atos De Pesquisa Em Educação - PPGE/ME.** v. 7, n. 3, p. 877-899, 2012

PÁDUA, E. M. M. de. **Metodologia da pesquisa: abordagem teórico-prática.** 10ª ed. rev. e atual. Campinas, SP: Papyrus, 2004



PIETROCOLA, M.; PINHO-ALVES, J. e PINHEIRO, T. F. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol.8, n.2, 2003.

PINHEIRO, T.F.; PIETROCOLA, M.; PINHO-ALVES, J.; RODRIGUES, C. D. O. Um exemplo de construção de uma Ilha de Racionalidade em torno da noção de energia. In: VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF. **Ata em CD-Rom**, Florianópolis, 2000

PINHEIRO, T. F.; PINHO-ALVES, J.; Ilhas de Racionalidade: Experiências Interdisciplinares na Segunda Série do Ensino Médio. **In: Encontro Ibero americano de coletivos escolares e redes de professores que fazem investigação na sua escola**. Lajeado, 2005.

PRESTES, R. F. **Análise das contribuições do educar pela pesquisa no estudo das fontes de energia**. 2008. 138 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Física. Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

REID, D.J. HODSON, D. **Science for all: Teaching science in secondary schools**. London: Cassell. 1987

RICARDO, E. C. A problematização e a contextualização no ensino das Ciências: acerca das idéias de Paulo Freire e Gérard Fourez. **In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru, 2003.

\_\_\_\_\_. **Competências, Interdisciplinaridade e Contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências**. 2005. 257 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - PPGECT, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005

RICHETTI, G. P. **Um instrumento para avaliar a formação de egressos da pós-graduação: o programa de pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina como estudo de caso**. 2014. 423 f. Tese (Doutorado em

Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - PPGECT, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

\_\_\_\_\_. **A automedicação como tema social no ensino de química para o desenvolvimento da Alfabetização Científica e Tecnológica.** 2008. 190 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - PPGECT, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SANTOS, C. G. B. **Explorando a aprendizagem baseada em problemas no ensino médio para tratar de temas interdisciplinares a partir de aulas de química.** 2010. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

SANTOS, W. L. P. (a) Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação** v. 12, n. 36, set./dez. 2007

SANTOS, W. L. P. (b) Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v.1, número especial, nov. 2007

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania.** Ijuí: Ed. Unijuí, 1997.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n.1, p. 59-77, 2011

SCARPARI, D. V. **Física dos biodigestores:** contextualizando o ensino de Física para alunos do curso técnico agrícola. 2009. 160 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física). Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

SCHMITZ, C. **Desafio docente**: as ilhas de racionalidade e seus elementos interdisciplinares. 2004. 277 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - PPGECT, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

SCHMITZ, C.; PINHO-ALVES, J. Ilha de Racionalidade e a situação problema: o desafio inicial. In: Encontro de pesquisa em ensino de física, 9, 2004, Jaboticatubas. **Ata em CD-Rom...** Jaboticatubas: SBF, 2004.

SILVA, D.; VERASZTO, E.V.; YAMAMOTO, A.C.I.; BRENELLI, R.P.; SIMON, F.O.; CUNHA, A.M.; BARROS-FILHO. Alfabetização tecnológica nas séries iniciais do ensino fundamental: levantamento de habilidades e competências mobilizadas durante aplicação de atividade prática. In: **XIV Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Rio de Janeiro, 2005

SIQUEIRA, J. B. **Ilhas interdisciplinares de racionalidade**: conceito de proporcionalidade na compreensão de informações contidas em rótulos alimentícios. 2015. 129 f. Dissertação (mestrado) - Centro de Ciências Exatas e Naturais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2015.

SOUSA, R.G. **Desafios, potencialidades e compromissos de uma experiência pedagógica para formação cidadã**: prática CTS construída a partir de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade sobre reciclagem de lixo urbano. 2007. 196 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico. Universidade Federal do Pará. Belém, 2007.

THIESEN, J. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação** [online]. v.13, n.39, p. 545-554, 2008

TRIVIÑOS, A N. S. **A Pesquisa Qualitativa em Educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

UNESCO. **Ciência na escola: um direito de todos**. 2005

VERASZTO, E.V.; SILVA, D.; SIMON, F.O.; MIRANDA, N.A. CAMARGO, E.P. Ensino de tecnologia no ensino fundamental: mobilização de habilidades e competências durante a aplicação do Projeto Teckids. **Revista Iberoamericana de Educación**. v.2, n. 48, p. 1-13. 2009.

WASELFISZ, J. J. O ensino das Ciências no Brasil e o PISA. Sangari do Brasil, São Paulo, 2009.

## APÊNDICE A – Lista e resumo dos trabalhos selecionados para análise

	<i>Profesor(a)/Pequissador(a)</i>	<i>Título do trabalho</i>	<i>Origem/ano de publicação</i>	<i>Link</i>	<i>Resumo</i>
1	Eleani Bettanin	As IR na promoção dos objetivos da alfabetização científica e técnica	Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. UFSC-2003	<a href="https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/5223/199773.pdf?sequence=1">https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/5223/199773.pdf?sequence=1</a>	O objetivo da pesquisa foi analisar por meio do comportamento dos alunos, se as habilidades referentes à autonomia, comunicação e domínio poderiam ser identificadas durante o desenvolvimento da metodologia. Aparentemente, as IIR's obtiveram bons resultados em relação aos quesitos analisados.
2	Cezár Schmitz	Desafio docente: as ilhas de racionalidade e seus elementos interdisciplinares	Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica UFSC – 2004	<a href="https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/6642/209412.pdf?sequence=1">https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/6642/209412.pdf?sequence=1</a>	Discute-se nesse trabalho a metodologia proposta por Fourez, as Ilhas de Racionalidade, com as atenções voltadas ao professor. Realiza-se uma análise detalhada dos elementos da situação problema e das etapas que a mesma acolhe.
3	Rogério Gonçalves de Sousa	Desafios, potencialidades e compromissos de uma experiência pedagógica para formação cidadã: prática CTS construída a partir de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade	Programa de Pós-Graduação em Educação Ciências e Matemática – UFPA – 2007	<a href="http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/am/2011/1843/1/Dissertacao_DesafiosPotencialidadesCompromissos.pdf">http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/am/2011/1843/1/Dissertacao_DesafiosPotencialidadesCompromissos.pdf</a>	O objetivo do trabalho foi estudar os desafios impostos, os aspectos potencializados e os compromissos exigidos durante o desenvolvimento da metodologia de IIR. Os resultados mostram alguns desafios impostos aos sujeitos, como por exemplo, o ensino centrado no professor e a adoção de uma prática interdisciplinar em um contexto disciplinar. O compromisso exigido apontados foi o estabelecimento de um clima favorável para a aprendizagem e evidenciarem aspectos de aprendizagem potencializados pela experiência.

		lidade sobre reciclagem de lixo urbano.			
4	Rosângela Ferreira Prestes	Análise das contribuições do educar pela pesquisa no estudo das fontes de energia	Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS – 2008	<a href="http://tede.pucrs.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1511">http://tede.pucrs.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1511</a>	A IIR relatada foi desenvolvida com um 1º ano do ensino médio de uma escola pública e teve como objetivo estudar as questões energéticas. O objetivo da pesquisa foi analisar os elementos do educar pela pesquisa, sendo identificado três deles após o desenvolvimento da IIR (questionamento, argumentação e pesquisa). Segundo Prestes, 2008, a proposta desenvolvida possibilitou a criação de um processo cooperativo de investigação na sala de aula. O desenvolvimento individual e coletivo foi favorecido, contribuindo para a complexificação dos conhecimentos sobre as fontes de energia e seus múltiplos conceitos, assim como para o estabelecimento de relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA).
5	Deive de Oliveira Scarpari	Física dos biogestores: contextualizando o ensino de física para alunos do curso técnico agrícola	Programa de Pós-graduação em Ensino de Física UFRGS – 2009	<a href="http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18426/000728433.pdf?sequence=1">http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18426/000728433.pdf?sequence=1</a>	A proposta do trabalho foi desenvolver uma IIR com o intuito de ensinar conceitos, equações e grandezas físicas mensuráveis associadas aos conteúdos programáticos de Hidrostática, Calorimetria e Gases, a partir da confecção e funcionamento de um Biodigestor. O estudo foi direcionado para o 2º ano do Ensino Médio. Como resultado Scarpari, 2009, destaca que a abordagem metodológica possibilitou uma melhor compreensão dos fenômenos físicos, pois o envolvimento dos alunos se deu de forma espontânea e coletiva. Situações cotidianas se entrelaçaram a conhecimentos científicos (caixas pretas), resultando em aprendizagem.

6	Ivana Lima Lucchessi	A ilha interdisciplinar de racionalidade e a construção da autonomia no ensino da matemática	Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS – 2010	<a href="http://meriva.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/2955/1/000425193-Texto%20Completo-0.pdf">http://meriva.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/2955/1/000425193-Texto%20Completo-0.pdf</a>	A IIR foi realizada com uma turma de 40 alunos do 2º ano do Ensino Médio em uma escola estadual de Porto Alegre. A situação problema foi acerca do tema “Onde, como e quando as noções de progressão aritmética e progressão geométrica podem ser utilizáveis?”. Buscou-se por meio da IIR desenvolver a autonomia nos alunos em aulas de Matemática. Para isso foram mapeados comportamentos e atribuído referente a autonomia graus de intensidade. Chegou-se à conclusão que a IIR contribui para o avanço do desenvolvimento da autonomia.
7	Ana Maria Quinto Imhof	Ilhas interdisciplinares de racionalidade: uma proposta para o estudo da sexualidade humana	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática FURB - 2011	<a href="http://www.bc.furb.br/docs/ds/2011/348574_1_1.pdf">http://www.bc.furb.br/docs/ds/2011/348574_1_1.pdf</a>	A IIR foi desenvolvida com uma turma de 1º ano do Ensino Médio (EM) do interior de Santa Catarina. O objetivo da pesquisa foi identificar as contribuições da proposta metodológica de IIR no processo da ACT a partir do estudo da sexualidade humana, como uma possibilidade para aula de biologia. Os resultados apontaram índices de aprendizagem, sendo indicadores a evolução em algumas situações, produções das sínteses conceituais nos diálogos entre os envolvidos, nas contribuições verbalizadas, na desinibição ocorrida com alguns alunos, na liberdade ao compartilharem experiências no decorrer do projeto, evolução positiva na postura dos jovens para o trabalho de equipe o que resultou em modelos interessantes, considerando aspectos da autonomia nas decisões, a criatividade e a utilização da linguagem científica. Conclui-se que a IIR motiva os estudantes e promove a (re) construção do conhecimento.

8	Vaneila Bertoli	Ilhas interdisciplinares de racionalidade aplicado ao ensino de área e volume no ensino fundamental	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática FURB – 2015	<a href="http://www.bc.furb.br/docs/DS/2015/359320_1_1.pdf">http://www.bc.furb.br/docs/DS/2015/359320_1_1.pdf</a>	O objetivo desse trabalho foi aplicar e analisar o desenvolvimento de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade para o ensino de área e volume com alunos do ensino fundamental. A IIR foi aplicada em uma escola da rede municipal de Santa Catarina, envolvendo os alunos do 8º ano. De acordo com a pesquisadora, verificou-se que é possível construir conhecimentos de área e volume por meio dessa metodologia. Os alunos demonstraram interesse em pesquisar e apresentaram autonomia na tomada de decisões. Eles também conseguiram resolver a situação problema, demonstrando aprender o conteúdo e utilizá-lo como solução nas questões propostas. Bertoli, 2015, aponta que a metodologia de IIR proporciona a oportunidade de desenvolver um trabalho colaborativo interdisciplinar entre professores de diferentes áreas do conhecimento e ao mesmo tempo desenvolve nos alunos o senso investigativo e autônomo na busca de soluções concretas de problemas relacionados ao seu contexto contribuindo na construção de uma alfabetização científica.
9	Josiane Bernz Siqueira	Ilhas interdisciplinares de racionalidade: Conceito de proporcionalidade na compreensão de informações contidas em rótulos alimentícios	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática FURB – 2015	<a href="http://www.bc.furb.br/docs/DS/2015/358801_1_1.pdf">http://www.bc.furb.br/docs/DS/2015/358801_1_1.pdf</a>	O objetivo desse trabalho foi analisar as contribuições da IIR para a aprendizagem do conceito de proporcionalidade a partir de rótulos alimentícios. A IIR foi realizada com uma turma de 8ª série de uma escola municipal do estado de Santa Catarina. Os resultados evidenciam que o ensino quando apresentado de forma contextualizada e articulado de maneira interdisciplinar provoca nos estudantes a vontade de construir seu próprio conhecimento, de modo mais sofisticado, promovendo a Alfabetização Científica. Assim, o contexto rótulos alimentícios permitiu uma abordagem interdisciplinar e promoveu o pensamento



					proporcional, a criticidade econômica e o consumo consciente dos estudantes e seus familiares.
10	Elisiane da Costa Moro	Ilhas de racionalidade promovendo aprendizagem ativa em ambiente investigativo e interdisciplinar	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática	<a href="https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/996/Disertacao%20Elisiane%20da%20Costa%20Moro.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/996/Disertacao%20Elisiane%20da%20Costa%20Moro.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	O objetivo desse trabalho foi avaliar a utilização da metodologia “Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade” em torno do tema “As descargas elétricas no Brasil” na aprendizagem de estudantes de Ensino Médio. Os principais objetivos estavam em analisar se a metodologia de IIR pode proporcionar uma aprendizagem ativa, a interdisciplinaridade e a atitude investigativa dos estudantes do EM, assim como desenvolver a ACT. De acordo com Moro, 2015, a IIR favoreceu o comportamento investigativo, a pesquisa, a contextualização, a interdisciplinaridade e os objetivos pedagógicos da ACT.

Fonte: Elaborado pela autora

## APÊNDICE B - Avaliação do relato de IIR - Dissertação 1

REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO – “Vivências de IIR relatadas em dissertações brasileiras da área de Educação em Ciências e Matemática”						
<i>Dimensão: Formação democrática</i>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Humanística	Existência	A vivência da IIR propicia a compreensão acerca de questões epistemológicas sobre C&T.	X			
	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões históricas acerca da Ciência/Tecnologia.		X		
	Valorização	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões culturais.	X			
Social	Integração	A vivência da IIR propicia discussões acerca da relação CTS.	X			
	Existência	Os estudantes se comprometam na elaboração da representação.	X			
	Favorecimento	O professor estimula a formação para a cidadania.	X			
	Interação	Os estudantes realizam intervenção na realidade.	X			
	Adequação	A IIR permite um ensino	X			

		contextualizado.					
Econômica e Política	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões econômicas.	X				
		A vivência da IIR propicia discussões sobre questões políticas.	X				
<b><i>Dimensão: Formação social</i></b>							
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise				
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não	
Autonomia	Organização	Os estudantes organizam e sistematizam o projeto sem depender exclusivamente do professor.		X			
	Autodeterminação	Os estudantes decidem como vão construir o produto final.	X				
	Conformidade	Os estudantes buscam informações com especialistas sobre a situação-problema.	X				
	Autossuficiência		Os estudantes buscam informações sobre a situação-problema para a tomada de decisão sem a ajuda de especialistas.	X			
			Os estudantes escolhem quais caixas-pretas abrir.	X			
			Os estudantes escolhem qual bifurcação seguir				X

		para responder à situação-problema.				
		Os estudantes escolhem quais especialistas e especialidades consultar.	X			
	Autodeterminação	Os estudantes tomam decisões frente ao problema.	X			
Comunicação	Conformidade	Os estudantes comunicam suas ideias utilizando ideias prévias.	X			
		A vivência de IIR propicia que os estudantes dominem termos da linguagem científica e tecnológica.	X			
	Existência	Os estudantes dialogam entre si.	X			
		Os estudantes dialogam com o professor.	X			
		Os estudantes dialogam com os especialistas.	X			
	Autoconfiança	Os estudantes demonstram segurança na apresentação da representação elaborada.	X			
Domínio	Fundamentação	Os estudantes discutem conhecimentos científicos.	X			
		Os estudantes discutem conhecimentos tecnológicos.	X			
		Os estudantes discutem conhecimentos sociais.	X			
	Conformidade	Os estudantes tomam decisões frente à situação-problema	X			

		utilizando conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais.				
	Vinculação	Os estudantes relacionam os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema.	X			
	Pertinência	Os estudantes elaboram uma representação fundamentada.	X			
Negociação	Existência	Os estudantes negociam suas decisões frente à situação-problema.	X			
	Conformidade	Os estudantes elaboram uma representação compartilhada.	X			
<b>Dimensão: Formação modelizadora</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Fazer bom uso dos objetivos operacionais	Existência	Os estudantes interpretam problemas de um contexto a outro.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas sem a ajuda de especialista.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas com a ajuda de especialista.	X			
	Modelização	A partir da abertura das caixas-pretas, os estudantes constroem	X			

		modelos simples para a utilização em determinados contextos.				
	Conformidade	Os estudantes utilizam analogias, metáforas ou comparações durante a vivência de IIR.	X			
		Os estudantes realizam debates técnicos.	X			
		Os estudantes realizam debates políticos.	X			
	Fundamentação	Os estudantes empregam aspectos éticos na tomada de decisões.	X			
	Funcionalidade	Os estudantes criam um modelo interdisciplinar (IIR).	X			

Fonte: Elaborado pela autora

## APÊNDICE C - Avaliação do relato de IIR1- Dissertação 2

<b>REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO – “Vivências de IIR relatadas em dissertações brasileiras da área de Educação em Ciências e Matemática”</b>						
<i>Dimensão: Formação democrática</i>						
Subdimen- sões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim- com limi- ta- ções	Sim- com mui- tas limi- ta- ções	Não
Humanística	Existência	A vivência da IIR propicia a compreensão acerca de questões epistemológicas sobre C&T.	X			
	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões históricas acerca da Ciência/Tecnologia .				X
	Valorização	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões culturais.	X			
Social	Integração	A vivência da IIR propicia discussões acerca da relação CTS.	X			
	Existência	Os estudantes se comprometam na elaboração da representação.	X			
	Favorecimento	O professor estimula a formação para a cidadania.	X			
	Interação	Os estudantes realizam intervenção na realidade.	X			
	Adequação	A IIR permite um ensino contextualizado.	X			
Econômica e Política	Integração	A vivência da IIR propicia discussões	X			

		sobre questões econômicas.				
		A vivência da IIR propicia discussões sobre questões políticas.	X			
<b>Dimensão: Formação social</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Autonomia	Organização	Os estudantes organizam e sistematizam o projeto sem depender exclusivamente do professor.	X			
	Autodeterminação	Os estudantes decidem como vão construir o produto final.	X			
	Conformidade	Os estudantes buscam informações com especialistas sobre a situação-problema.	X			
	Autossuficiência	Os estudantes buscam informações sobre a situação-problema para a tomada de decisão sem a ajuda de especialistas.	X			
		Os estudantes escolhem quais caixas-pretas abrir.	X			
		Os estudantes escolhem qual bifurcação seguir para responder à situação-problema.	X			
		Os estudantes escolhem quais especialistas e	X			



		especialidades consultar.				
	Autodeterminação	Os estudantes tomam decisões frente ao problema.	X			
Comunicação	Conformidade	Os estudantes comunicam suas ideias utilizando ideias prévias.	X			
		A vivência de IIR propicia que os estudantes dominem termos da linguagem científica e tecnológica.	X			
	Existência	Os estudantes dialogam entre si.	X			
		Os estudantes dialogam com o professor.	X			
		Os estudantes dialogam com os especialistas.	X			
	Autoconfiança	Os estudantes demonstram segurança na apresentação da representação elaborada.	X			
Domínio	Fundamentação	Os estudantes discutem conhecimentos científicos.	X			
		Os estudantes discutem conhecimentos tecnológicos.	X			
		Os estudantes discutem conhecimentos sociais.	X			
	Conformidade	Os estudantes tomam decisões frente à situação-problema utilizando conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais.		X		
	Vinculação	Os estudantes	X			

		relacionam os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema.				
	Pertinência	Os estudantes elaboram uma representação fundamentada.	X			
Negociação	Existência	Os estudantes negociam suas decisões frente à situação-problema.	X			
	Conformidade	Os estudantes elaboram uma representação compartilhada.	X			
<b><i>Dimensão: Formação modelizadora</i></b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Fazer bom uso dos objetivos operacionais	Existência	Os estudantes interpretam problemas de um contexto a outro.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas sem a ajuda de especialista.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas com ajuda de especialista.	X			
	Modelização	A partir da abertura das caixas-pretas, os estudantes constroem modelos simples para a utilização em determinados contextos.				X
	Conformidade	Os estudantes utilizam analogias, metáforas ou comparações durante a vivência				X

		de IIR.				
		Os estudantes realizam debates técnicos.	X			
		Os estudantes realizam debates políticos.	X			
	Fundamentação	Os estudantes empregam aspectos éticos na tomada de decisões.	X			
	Funcionalidade	Os estudantes criam um modelo interdisciplinar (IIR).	X			

Fonte: Elaborado pela autora

## APÊNDICE D9 - Avaliação do relato de IIR2- Dissertação 2

<b>REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO – “Vivências de IIR relatadas em dissertações brasileiras da área de Educação em Ciências e Matemática”</b>						
<i>Dimensão: Formação democrática</i>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Humanística	Existência	A vivência da IIR propicia a compreensão acerca de questões epistemológicas sobre C&T.				X
	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões históricas acerca da Ciência/Tecnologia.				X
	Valorização	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões culturais.				X
Social	Integração	A vivência da IIR propicia discussões acerca da relação CTS.	X			
	Existência	Os estudantes se comprometam na elaboração da representação.	X			
	Favorecimento	O professor estimula a formação para a cidadania.	X			
	Interação	Os estudantes realizam intervenção na realidade.		X		
	Adequação	A IIR permite um ensino contextualizado.	X			
Econômica e Política	Integração	A vivência da IIR propicia discussões		X		

		sobre questões econômicas.					
		A vivência da IIR propicia discussões sobre questões políticas.		X			
<b><i>Dimensão: Formação social</i></b>							
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise				
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não	
Autonomia	Organização	Os estudantes organizam e sistematizam o projeto sem depender exclusivamente do professor.	X				
	Autodeterminação	Os estudantes decidem como vão construir o produto final.	X				
	Conformidade	Os estudantes buscam informações com especialistas sobre a situação-problema.	X				
	Autossuficiência		Os estudantes buscam informações sobre a situação-problema para a tomada de decisão sem a ajuda de especialistas.	X			
			Os estudantes escolhem quais caixas-pretas abrir.	X			
			Os estudantes escolhem qual bifurcação seguir para responder à situação-problema.	X			
			Os estudantes escolhem quais especialistas e	X			

		especialidades consultar.				
	Autodeterminação	Os estudantes tomam decisões frente ao problema.	X			
Comunicação	Conformidade	Os estudantes comunicam suas ideias utilizando ideias prévias.	X			
		A vivência de IIR propicia que os estudantes dominem termos da linguagem científica e tecnológica.	X			
	Existência	Os estudantes dialogam entre si.	X			
		Os estudantes dialogam com o professor.	X			
		Os estudantes dialogam com os especialistas.	X			
	Autoconfiança	Os estudantes demonstram segurança na apresentação da representação elaborada.	X			
Domínio	Fundamentação	Os estudantes discutem conhecimentos científicos.	X			
		Os estudantes discutem conhecimentos tecnológicos.	X			
		Os estudantes discutem conhecimentos sociais.	X			
	Conformidade	Os estudantes tomam decisões frente à situação-problema utilizando conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais.	X			
	Vinculação	Os estudantes	X			

		relacionam os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema.				
	Pertinência	Os estudantes elaboram uma representação fundamentada.	X			
Negociação	Existência	Os estudantes negociam suas decisões frente à situação-problema.	X			
	Conformidade	Os estudantes elaboram uma representação compartilhada.	X			
<b>Dimensão: Formação modelizadora</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Fazer bom uso dos objetivos operacionais	Existência	Os estudantes interpretam problemas de um contexto a outro.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas sem a ajuda de especialista.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas com a ajuda de especialista.	X			
	Modelização	A partir da abertura das caixas-pretas, os estudantes constroem modelos simples para a utilização em determinados contextos.		X		
	Conformidade	Os estudantes utilizam analogias, metáforas ou comparações durante a vivência		X		

		de IIR.				
		Os estudantes realizam debates técnicos.	X			
		Os estudantes realizam debates políticos.	X			
	Fundamentação	Os estudantes empregam aspectos éticos na tomada de decisões.	X			
	Funcionalidade	Os estudantes criam um modelo interdisciplinar (IIR).	X			

Fonte: Elaborado pela autora



## APÊNDICE E - Avaliação do relato de IIR3 - Dissertação 2

<b>REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO – “Vivências de IIR relatadas em dissertações brasileiras da área de Educação em Ciências e Matemática”</b>						
<b>Dimensão: Formação democrática</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Humanística	Existência	A vivência da IIR propicia a compreensão acerca de questões epistemológicas sobre C&T.				X
	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões históricas acerca da Ciência/Tecnologia .	X			
	Valorização	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões culturais.	X			
Social	Integração	A vivência da IIR propicia discussões acerca da relação CTS.	X			
	Existência	Os estudantes se comprometam na elaboração da representação.	X			
	Favorecimento	O professor estimula a formação para a cidadania.	X			
	Interação	Os estudantes realizam intervenção na realidade.	X			
	Adequação	A IIR permite um ensino contextualizado.	X			
Econômica e Política	Integração	A vivência da IIR propicia discussões	X			

		sobre questões econômicas.				
		A vivência da IIR propicia discussões sobre questões políticas.	X			
<b>Dimensão: Formação social</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Autonomia	Organização	Os estudantes organizam e sistematizam o projeto sem depender exclusivamente do professor.	X			
	Autodeterminação	Os estudantes decidem como vão construir o produto final.	X			
	Conformidade	Os estudantes buscam informações com especialistas sobre a situação-problema.	X			
	Autossuficiência	Os estudantes buscam informações sobre a situação-problema para a tomada de decisão sem a ajuda de especialistas.			X	
		Os estudantes escolhem quais caixas-pretas abrir.	X			
		Os estudantes escolhem qual bifurcação seguir para responder à situação-problema.	X			
		Os estudantes escolhem quais especialistas e	X			

		especialidades consultar.				
	Autodeterminação	Os estudantes tomam decisões frente ao problema.	X			
Comunicação	Conformidade	Os estudantes comunicam suas ideias utilizando ideias prévias.	X			
		A vivência de IIR propicia que os estudantes dominem termos da linguagem científica e tecnológica.	X			
	Existência	Os estudantes dialogam entre si.	X			
		Os estudantes dialogam com o professor.	X			
		Os estudantes dialogam com os especialistas.	X			
	Autoconfiança	Os estudantes demonstram segurança na apresentação da representação elaborada.	X			
	Domínio	Fundamentação	Os estudantes discutem conhecimentos científicos.	X		
Os estudantes discutem conhecimentos tecnológicos.			X			
Os estudantes discutem conhecimentos sociais.			X			
Conformidade		Os estudantes tomam decisões frente à situação-problema utilizando conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais.				X
Vinculação		Os estudantes	X			

		relacionam os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema.				
	Pertinência	Os estudantes elaboram uma representação fundamentada.	X			
Negociação	Existência	Os estudantes negociam suas decisões frente à situação-problema.				X
	Conformidade	Os estudantes elaboram uma representação compartilhada.	X			
<b><i>Dimensão: Formação modelizadora</i></b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Fazer bom uso dos objetivos operacionais	Existência	Os estudantes interpretam problemas de um contexto a outro.				X
		Os estudantes abrem caixas-pretas sem a ajuda de especialista.				X
		Os estudantes abrem caixas-pretas com a ajuda de especialista.	X			
	Modelização	A partir da abertura das caixas-pretas, os estudantes constroem modelos simples para a utilização em determinados contextos.				X
	Conformidade	Os estudantes utilizam analogias, metáforas ou comparações durante a vivência				X

		de IIR.				
		Os estudantes realizam debates técnicos.	X			
		Os estudantes realizam debates políticos.	X			
	Fundamentação	Os estudantes empregam aspectos éticos na tomada de decisões.	X			
	Funcionalidade	Os estudantes criam um modelo interdisciplinar (IIR).	X			

Fonte: Elaborado pela autora

## APÊNDICE F - Avaliação do relato de IIR- Dissertação 3

<b>REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO – “Vivências de IIR relatadas em dissertações brasileiras da área de Educação em Ciências e Matemática”</b>						
<b>Dimensão: Formação democrática</b>						
Subdimen- sões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim- com limi- ta- ções	Sim- com mui- tas limi- ta- ções	Não
Humanística	Existência	A vivência da IIR propicia a compreensão acerca de questões epistemológicas sobre C&T.	X			
	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões históricas acerca da Ciência/Tecnologia .				X
	Valorização	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões culturais.	X			
Social	Integração	A vivência da IIR propicia discussões acerca da relação CTS.	X			
	Existência	Os estudantes se comprometam na elaboração da representação.	X			
	Favorecimento	O professor estimula a formação para a cidadania.	X			
	Interação	Os estudantes realizam intervenção na realidade.	X			
	Adequação	A IIR permite um ensino contextualizado.	X			
Econômica e Política	Integração	A vivência da IIR propicia discussões	X			

		sobre questões econômicas.					
		A vivência da IIR propicia discussões sobre questões políticas.	X				
<b><i>Dimensão: Formação social</i></b>							
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise				
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não	
Autonomia	Organização	Os estudantes organizam e sistematizam o projeto sem depender exclusivamente do professor.	X				
	Autodeterminação	Os estudantes decidem como vão construir o produto final.	X				
	Conformidade	Os estudantes buscam informações com especialistas sobre a situação-problema.	X				
	Autossuficiência		Os estudantes buscam informações sobre a situação-problema para a tomada de decisão sem a ajuda de especialistas.		X		
			Os estudantes escolhem quais caixas-pretas abrir.	X			
			Os estudantes escolhem qual bifurcação seguir para responder à situação-problema.	X			
			Os estudantes escolhem quais especialistas e	X			

		especialidades consultar.				
	Autodeterminação	Os estudantes tomam decisões frente ao problema.	X			
Comunicação	Conformidade	Os estudantes comunicam suas ideias utilizando ideias prévias.	X			
		A vivência de IIR propicia que os estudantes dominem termos da linguagem científica e tecnológica.	X			
	Existência	Os estudantes dialogam entre si.	X			
		Os estudantes dialogam com o professor.	X			
		Os estudantes dialogam com os especialistas.	X			
	Autoconfiança	Os estudantes demonstram segurança na apresentação da representação elaborada.	X			
Domínio	Fundamentação	Os estudantes discutem conhecimentos científicos.	X			
		Os estudantes discutem conhecimentos tecnológicos.	X			
		Os estudantes discutem conhecimentos sociais.	X			
	Conformidade	Os estudantes tomam decisões frente à situação-problema utilizando conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais.	X			
	Vinculação	Os estudantes	X			



		relacionam os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema.				
	Pertinência	Os estudantes elaboram uma representação fundamentada.	X			
Negociação	Existência	Os estudantes negociam suas decisões frente à situação-problema.		X		
	Conformidade	Os estudantes elaboram uma representação compartilhada.				X
<b>Dimensão: Formação modelizadora</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Fazer bom uso dos objetivos operacionais	Existência	Os estudantes interpretam problemas de um contexto a outro.				X
		Os estudantes abrem caixas-pretas sem a ajuda de especialista.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas com a ajuda de especialista.	X			
	Modelização	A partir da abertura das caixas-pretas, os estudantes constroem modelos simples para a utilização em determinados contextos.				X
	Conformidade	Os estudantes utilizam analogias, metáforas ou comparações durante a vivência				X

		de IIR.				
		Os estudantes realizam debates técnicos.	X			
		Os estudantes realizam debates políticos.	X			
	Fundamentação	Os estudantes empregam aspectos éticos na tomada de decisões.	X			
	Funcionalidade	Os estudantes criam um modelo interdisciplinar (IIR).	X			

Fonte: Elaborado pela autora

## APÊNDICE G - Avaliação do relato de IIR - Dissertação 4

<b>REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO – “Vivências de IIR relatadas em dissertações brasileiras da área de Educação em Ciências e Matemática”</b>						
<b>Dimensão: Formação democrática</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Humanística	Existência	A vivência da IIR propicia a compreensão acerca de questões epistemológicas sobre C&T.	X			
	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões históricas acerca da Ciência/Tecnologia .				X
	Valorização	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões culturais.				X
Social	Integração	A vivência da IIR propicia discussões acerca da relação CTS.	X			
	Existência	Os estudantes se comprometam na elaboração da representação.		X		
	Favorecimento	O professor estimula a formação para a cidadania.	X			
	Interação	Os estudantes realizam intervenção na realidade.				X
	Adequação	A IIR permite um ensino contextualizado.	X			
Econômica e Política	Integração	A vivência da IIR propicia discussões	X			

		sobre questões econômicas.				
		A vivência da IIR propicia discussões sobre questões políticas.				X
<b>Dimensão: Formação social</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Autonomia	Organização	Os estudantes organizam e sistematizam o projeto sem depender exclusivamente do professor.		X		
	Autodeterminação	Os estudantes decidem como vão construir o produto final.				X
	Conformidade	Os estudantes buscam informações com especialistas sobre a situação-problema.	X			
	Autossuficiência	Os estudantes buscam informações sobre a situação-problema para a tomada de decisão sem a ajuda de especialistas.			X	
		Os estudantes escolhem quais caixas-pretas abrir.	X			
		Os estudantes escolhem qual bifurcação seguir para responder à situação-problema.	X			
		Os estudantes escolhem quais especialistas e	X			

		especialidades consultar.				
	Autodeterminação	Os estudantes tomam decisões frente ao problema.	X			
Comunicação	Conformidade	Os estudantes comunicam suas ideias utilizando ideias prévias.	X			
		A vivência de IIR propicia que os estudantes dominem termos da linguagem científica e tecnológica.	X			
	Existência	Os estudantes dialogam entre si.	X			
		Os estudantes dialogam com o professor.	X			
		Os estudantes dialogam com os especialistas.	X			
	Autoconfiança	Os estudantes demonstram segurança na apresentação da representação elaborada.	X			
	Domínio	Fundamentação	Os estudantes discutem conhecimentos científicos.	X		
Os estudantes discutem conhecimentos tecnológicos.			X			
Os estudantes discutem conhecimentos sociais.			X			
Conformidade		Os estudantes tomam decisões frente à situação-problema utilizando conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais.	X			
Vinculação		Os estudantes	X			

		relacionam os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema.				
	Pertinência	Os estudantes elaboram uma representação fundamentada.	X			
Negociação	Existência	Os estudantes negociam suas decisões frente à situação-problema.		X		
	Conformidade	Os estudantes elaboram uma representação compartilhada.				X
<b><i>Dimensão: Formação modelizadora</i></b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Fazer bom uso dos objetivos operacionais	Existência	Os estudantes interpretam problemas de um contexto a outro.				X
		Os estudantes abrem caixas-pretas sem a ajuda de especialista.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas com a ajuda de especialista.	X			
	Modelização	A partir da abertura das caixas-pretas, os estudantes constroem modelos simples para a utilização em determinados contextos.				X
	Conformidade	Os estudantes utilizam analogias, metáforas ou comparações durante a vivência				X

		de IIR.				
		Os estudantes realizam debates técnicos.	X			
		Os estudantes realizam debates políticos.				X
	Fundamentação	Os estudantes empregam aspectos éticos na tomada de decisões.	X			
	Funcionalidade	Os estudantes criam um modelo interdisciplinar (IIR).			X	

Fonte: Elaborado pela autora

## APÊNDICE H - Avaliação do relato de IIR - Dissertação 5

REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO – “Vivências de IIR relatadas em dissertações brasileiras da área de Educação em Ciências e Matemática”						
Dimensão: Formação democrática						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Humanística	Existência	A vivência da IIR propicia a compreensão acerca de questões epistemológicas sobre C&T.				X
	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões históricas acerca da Ciência/Tecnologia.				X
	Valorização	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões culturais.				X
Social	Integração	A vivência da IIR propicia discussões acerca da relação CTS.	X			
	Existência	Os estudantes se comprometam na elaboração da representação.	X			
	Favorecimento	O professor estimula a formação para a cidadania.	X			
	Interação	Os estudantes realizam intervenção na realidade.	X			
	Adequação	A IIR permite um ensino contextualizado.	X			
Econômica e	Integração	A vivência da IIR	X			



Política		propicia discussões sobre questões econômicas.				
		A vivência da IIR propicia discussões sobre questões políticas.	X			
<b>Dimensão: Formação social</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Autonomia	Organização	Os estudantes organizam e sistematizam o projeto sem depender exclusivamente do professor.			X	
	Autodeterminação	Os estudantes decidem como vão construir o produto final.				X
	Conformidade	Os estudantes buscam informações com especialistas sobre a situação-problema.	X			
	Autossuficiência	Os estudantes buscam informações sobre a situação-problema para a tomada de decisão sem a ajuda de especialistas.	X			
		Os estudantes escolhem quais caixas-pretas abrir.		X		
		Os estudantes escolhem qual bifurcação seguir para responder à situação-problema.				X
		Os estudantes escolhem quais	X			

		especialistas e especialidades consultar.				
	Autodeterminação	Os estudantes tomam decisões frente ao problema.			X	
Comunicação	Conformidade	Os estudantes comunicam suas ideias utilizando ideias prévias.	X			
		A vivência de IIR propicia que os estudantes dominem termos da linguagem científica e tecnológica.	X			
	Existência	Os estudantes dialogam entre si.	X			
		Os estudantes dialogam com o professor.	X			
		Os estudantes dialogam com os especialistas.	X			
	Autoconfiança	Os estudantes demonstram segurança na apresentação da representação elaborada.	X			
Domínio	Fundamentação	Os estudantes discutem conhecimentos científicos.	X			
		Os estudantes discutem conhecimentos tecnológicos.	X			
		Os estudantes discutem conhecimentos sociais.	X			
	Conformidade	Os estudantes tomam decisões frente à situação-problema utilizando conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais.	X			

	Vinculação	Os estudantes relacionam os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema.	X			
	Pertinência	Os estudantes elaboram uma representação fundamentada.	X			
Negociação	Existência	Os estudantes negociam suas decisões frente à situação-problema.				X
	Conformidade	Os estudantes elaboram uma representação compartilhada.				X
<b>Dimensão: Formação modelizadora</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Fazer bom uso dos objetivos operacionais	Existência	Os estudantes interpretam problemas de um contexto a outro.				X
		Os estudantes abrem caixas-pretas sem a ajuda de especialista.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas com a ajuda de especialista.	X			
	Modelização	A partir da abertura das caixas-pretas, os estudantes constroem modelos simples para a utilização em determinados contextos.				X
	Conformidade	Os estudantes utilizam analogias, metáforas ou				X

		comparações durante a vivência de IIR.				
		Os estudantes realizam debates técnicos.	X			
		Os estudantes realizam debates políticos.	X			
	Fundamentação	Os estudantes empregam aspectos éticos na tomada de decisões.	X			
	Funcionalidade	Os estudantes criam um modelo interdisciplinar (IIR).	X			

Fonte: Elaborado pela autora.

## APÊNDICE I - Avaliação do relato da IIR - Dissertação 6

<b>REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO – “Vivências de IIR relatadas em dissertações brasileiras da área de Educação em Ciências e Matemática”</b>						
<b>Dimensão: Formação democrática</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Humanística	Existência	A vivência da IIR propicia a compreensão acerca de questões epistemológicas sobre C&T.				X
	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões históricas acerca da Ciência/Tecnologia .				X
	Valorização	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões culturais.				X
Social	Integração	A vivência da IIR propicia discussões acerca da relação CTS.				X
	Existência	Os estudantes se comprometam na elaboração da representação.	X			
	Favorecimento	O professor estimula a formação para a cidadania.	X			
	Interação	Os estudantes realizam intervenção na realidade.	X			
	Adequação	A IIR permite um ensino contextualizado.	X			
Econômica e Política	Integração	A vivência da IIR propicia discussões				X

		sobre questões econômicas.				
		A vivência da IIR propicia discussões sobre questões políticas.				X
<b>Dimensão: Formação social</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Autonomia	Organização	Os estudantes organizam e sistematizam o projeto sem depender exclusivamente do professor.	X			
	Autodeterminação	Os estudantes decidem como vão construir o produto final.	X			
	Conformidade	Os estudantes buscam informações com especialistas sobre a situação-problema.	X			
	Autossuficiência	Os estudantes buscam informações sobre a situação-problema para a tomada de decisão sem a ajuda de especialistas.	X			
		Os estudantes escolhem quais caixas-pretas abrir.	X			
		Os estudantes escolhem qual bifurcação seguir para responder à situação-problema.				X
		Os estudantes escolhem quais especialistas e	X			

		especialidades consultar.				
	Autodeterminação	Os estudantes tomam decisões frente ao problema.	X			
Comunicação	Conformidade	Os estudantes comunicam suas ideias utilizando ideias prévias.	X			
		A vivência de IIR propicia que os estudantes dominem termos da linguagem científica e tecnológica.	X			
	Existência	Os estudantes dialogam entre si.	X			
		Os estudantes dialogam com o professor.	X			
		Os estudantes dialogam com os especialistas.	X			
	Autoconfiança	Os estudantes demonstram segurança na apresentação da representação elaborada.	X			
Domínio	Fundamentação	Os estudantes discutem conhecimentos científicos.	X			
		Os estudantes discutem conhecimentos tecnológicos.				X
		Os estudantes discutem conhecimentos sociais.	X			
	Conformidade	Os estudantes tomam decisões frente à situação-problema utilizando conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais.	X			
	Vinculação	Os estudantes	X			

		relacionam os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema.				
	Pertinência	Os estudantes elaboram uma representação fundamentada.	X			
Negociação	Existência	Os estudantes negociam suas decisões frente à situação-problema.	X			
	Conformidade	Os estudantes elaboram uma representação compartilhada.	X			
<b><i>Dimensão: Formação modelizadora</i></b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Fazer bom uso dos objetivos operacionais	Existência	Os estudantes interpretam problemas de um contexto a outro.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas sem a ajuda de especialista.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas com a ajuda de especialista.	X			
	Modelização	A partir da abertura das caixas-pretas, os estudantes constroem modelos simples para a utilização em determinados contextos.	X			
	Conformidade	Os estudantes utilizam analogias, metáforas ou comparações durante a vivência	X			



		de IIR.				
		Os estudantes realizam debates técnicos.				X
		Os estudantes realizam debates políticos.				X
	Fundamentação	Os estudantes empregam aspectos éticos na tomada de decisões.				X
	Funcionalidade	Os estudantes criam um modelo interdisciplinar (IIR).	X			

Fonte: Elaborado pela autora.

## APÊNDICE J - Avaliação do relato de IIR da Dissertação 7

<b>REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO – “Vivências de IIR relatadas em dissertações brasileiras da área de Educação em Ciências e Matemática”</b>						
<b>Dimensão: Formação democrática</b>						
Subdimen- sões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim- com limi- ta- ções	Sim- com mui- tas limi- ta- ções	Não
Humanística	Existência	A vivência da IIR propicia a compreensão acerca de questões epistemológicas sobre C&T.				X
	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões históricas acerca da Ciência/Tecnologia .	X			
	Valorização	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões culturais.	X			
Social	Integração	A vivência da IIR propicia discussões acerca da relação CTS.				X
	Existência	Os estudantes se comprometam na elaboração da representação.	X			
	Favorecimento	O professor estimula a formação para a cidadania.	X			
	Interação	Os estudantes realizam intervenção na realidade.				X
	Adequação	A IIR permite um ensino contextualizado.	X			
Econômica e Política	Integração	A vivência da IIR propicia discussões	X			

		sobre questões econômicas.					
		A vivência da IIR propicia discussões sobre questões políticas.	X				
<b><i>Dimensão: Formação social</i></b>							
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise				
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não	
Autonomia	Organização	Os estudantes organizam e sistematizam o projeto sem depender exclusivamente do professor.		X			
	Autodeterminação	Os estudantes decidem como vão construir o produto final.	X				
	Conformidade	Os estudantes buscam informações com especialistas sobre a situação-problema.	X				
	Autossuficiência		Os estudantes buscam informações sobre a situação-problema para a tomada de decisão sem a ajuda de especialistas.				X
			Os estudantes escolhem quais caixas-pretas abrir.	X			
			Os estudantes escolhem qual bifurcação seguir para responder à situação-problema.				X
			Os estudantes escolhem quais especialistas e	X			

		especialidades consultar.				
	Autodeterminação	Os estudantes tomam decisões frente ao problema.			X	
Comunicação	Conformidade	Os estudantes comunicam suas ideias utilizando ideias prévias.	X			
		A vivência de IIR propicia que os estudantes dominem termos da linguagem científica e tecnológica.	X			
	Existência	Os estudantes dialogam entre si.	X			
		Os estudantes dialogam com o professor.	X			
		Os estudantes dialogam com os especialistas.	X			
	Autoconfiança	Os estudantes demonstram segurança na apresentação da representação elaborada.	X			
Domínio	Fundamentação	Os estudantes discutem conhecimentos científicos.	X			
		Os estudantes discutem conhecimentos tecnológicos.				X
		Os estudantes discutem conhecimentos sociais.	X			
	Conformidade	Os estudantes tomam decisões frente à situação-problema utilizando conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais.				X
	Vinculação	Os estudantes	X			

		relacionam os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema.				
	Pertinência	Os estudantes elaboram uma representação fundamentada.	X			
Negociação	Existência	Os estudantes negociam suas decisões frente à situação-problema.				X
	Conformidade	Os estudantes elaboram uma representação compartilhada.				X
<b>Dimensão: Formação modelizadora</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Fazer bom uso dos objetivos operacionais	Existência	Os estudantes interpretam problemas de um contexto a outro.				X
		Os estudantes abrem caixas-pretas sem a ajuda de especialista.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas com a ajuda de especialista.	X			
	Modelização	A partir da abertura das caixas-pretas, os estudantes constroem modelos simples para a utilização em determinados contextos.				X
	Conformidade	Os estudantes utilizam analogias, metáforas ou comparações durante a vivência				X

		de IIR.				
		Os estudantes realizam debates técnicos.				X
		Os estudantes realizam debates políticos.				X
	Fundamentação	Os estudantes empregam aspectos éticos na tomada de decisões.	X			
	Funcionalidade	Os estudantes criam um modelo interdisciplinar (IIR).	X			

Fonte: Elaborado pela autora.

## APÊNDICE K - Avaliação do relato de IIR - Dissertação 8

<b>REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO – “Vivências de IIR relatadas em dissertações brasileiras da área de Educação em Ciências e Matemática”</b>						
<b>Dimensão: Formação democrática</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Humanística	Existência	A vivência da IIR propicia a compreensão acerca de questões epistemológicas sobre C&T.				X
	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões históricas acerca da Ciência/Tecnologia .	X			
	Valorização	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões culturais.				X
Social	Integração	A vivência da IIR propicia discussões acerca da relação CTS.	X			
	Existência	Os estudantes se comprometam na elaboração da representação.				X
	Favorecimento	O professor estimula a formação para a cidadania.	X			
	Interação	Os estudantes realizam intervenção na realidade.	X			
	Adequação	A IIR permite um ensino contextualizado.	X			
Econômica e Política	Integração	A vivência da IIR propicia discussões				X

		sobre questões econômicas.					
		A vivência da IIR propicia discussões sobre questões políticas.				X	
<b>Dimensão: Formação social</b>							
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise				
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não	
Autonomia	Organização	Os estudantes organizam e sistematizam o projeto sem depender exclusivamente do professor.		X			
	Autodeterminação	Os estudantes decidem como vão construir o produto final.				X	
	Conformidade	Os estudantes buscam informações com especialistas sobre a situação-problema.	X				
	Autossuficiência		Os estudantes buscam informações sobre a situação-problema para a tomada de decisão sem a ajuda de especialistas.	X			
			Os estudantes escolhem quais caixas-pretas abrir.	X			
			Os estudantes escolhem qual bifurcação seguir para responder à situação-problema.				X
			Os estudantes escolhem quais especialistas e	X			



		especialidades consultar.				
	Autodeterminação	Os estudantes tomam decisões frente ao problema.	X			
Comunicação	Conformidade	Os estudantes comunicam suas ideias utilizando ideias prévias.	X			
		A vivência de IIR propicia que os estudantes dominem termos da linguagem científica e tecnológica.	X			
	Existência	Os estudantes dialogam entre si.	X			
		Os estudantes dialogam com o professor.	X			
		Os estudantes dialogam com os especialistas.	X			
	Autoconfiança	Os estudantes demonstram segurança na apresentação da representação elaborada.	X			
	Domínio	Fundamentação	Os estudantes discutem conhecimentos científicos.	X		
Os estudantes discutem conhecimentos tecnológicos.						X
Os estudantes discutem conhecimentos sociais.			X			
Conformidade		Os estudantes tomam decisões frente à situação-problema utilizando conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais.				X
Vinculação		Os estudantes	X			

		relacionam os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema.				
	Pertinência	Os estudantes elaboram uma representação fundamentada.	X			
Negociação	Existência	Os estudantes negociam suas decisões frente à situação-problema.				X
	Conformidade	Os estudantes elaboram uma representação compartilhada.				X
<b><i>Dimensão: Formação modelizadora</i></b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Fazer bom uso dos objetivos operacionais	Existência	Os estudantes interpretam problemas de um contexto a outro.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas sem a ajuda de especialista.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas com a ajuda de especialista.	X			
	Modelização	A partir da abertura das caixas-pretas, os estudantes constroem modelos simples para a utilização em determinados contextos.	X			
	Conformidade	Os estudantes utilizam analogias, metáforas ou comparações durante a vivência				X

		de IIR.				
		Os estudantes realizam debates técnicos.				X
		Os estudantes realizam debates políticos.				X
	Fundamentação	Os estudantes empregam aspectos éticos na tomada de decisões.				X
	Funcionalidade	Os estudantes criam um modelo interdisciplinar (IIR).	X			

Fonte: Elaborado pela autora.

## APÊNDICE L - Avaliação do relato de IIR - Dissertação 9

<b>REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO – “Vivências de IIR relatadas em dissertações brasileiras da área de Educação em Ciências e Matemática”</b>						
<b>Dimensão: Formação democrática</b>						
Subdimen- sões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim- com limi- ta- ções	Sim- com mui- tas limi- ta- ções	Não
Humanística	Existência	A vivência da IIR propicia a compreensão acerca de questões epistemológicas sobre C&T.				X
	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões históricas acerca da Ciência/Tecnologia .				X
	Valorização	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões culturais.	X			
Social	Integração	A vivência da IIR propicia discussões acerca da relação CTS.				X
	Existência	Os estudantes se comprometam na elaboração da representação.	X			
	Favorecimento	O professor estimula a formação para a cidadania.	X			
	Interação	Os estudantes realizam intervenção na realidade.	X			
	Adequação	A IIR permite um ensino contextualizado.	X			
Econômica e Política	Integração	A vivência da IIR propicia discussões	X			

		sobre questões econômicas.				
		A vivência da IIR propicia discussões sobre questões políticas.				X
<b><i>Dimensão: Formação social</i></b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Autonomia	Organização	Os estudantes organizam e sistematizam o projeto sem depender exclusivamente do professor.		X		
	Autodeterminação	Os estudantes decidem como vão construir o produto final.				X
	Conformidade	Os estudantes buscam informações com especialistas sobre a situação-problema.	X			
	Autossuficiência	Os estudantes buscam informações sobre a situação-problema para a tomada de decisão sem a ajuda de especialistas.	X			
		Os estudantes escolhem quais caixas-pretas abrir.	X			
		Os estudantes escolhem qual bifurcação seguir para responder à situação-problema.	X			
		Os estudantes escolhem quais especialistas e	X			

		especialidades consultar.				
	Autodeterminação	Os estudantes tomam decisões frente ao problema.	X			
Comunicação	Conformidade	Os estudantes comunicam suas ideias utilizando ideias prévias.	X			
		A vivência de IIR propicia que os estudantes dominem termos da linguagem científica e tecnológica.	X			
	Existência	Os estudantes dialogam entre si.	X			
		Os estudantes dialogam com o professor.	X			
		Os estudantes dialogam com os especialistas.	X			
	Autoconfiança	Os estudantes demonstram segurança na apresentação da representação elaborada.	X			
Domínio	Fundamentação	Os estudantes discutem conhecimentos científicos.	X			
		Os estudantes discutem conhecimentos tecnológicos.				X
		Os estudantes discutem conhecimentos sociais.	X			
	Conformidade	Os estudantes tomam decisões frente à situação-problema utilizando conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais.	X			
	Vinculação	Os estudantes	X			

		relacionam os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema.				
	Pertinência	Os estudantes elaboram uma representação fundamentada.			X	
Negociação	Existência	Os estudantes negociam suas decisões frente à situação-problema.				X
	Conformidade	Os estudantes elaboram uma representação compartilhada.				X
<b>Dimensão: Formação modelizadora</b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Fazer bom uso dos objetivos operacionais	Existência	Os estudantes interpretam problemas de um contexto a outro.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas sem ajuda de especialista.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas com ajuda de especialista.	X			
	Modelização	A partir da abertura das caixas-pretas, os estudantes constroem modelos simples para a utilização em determinados contextos.				X
	Conformidade	Os estudantes utilizam analogias, metáforas ou comparações durante a vivência				X

		de IIR.				
		Os estudantes realizam debates técnicos.				X
		Os estudantes realizam debates políticos.				X
	Fundamentação	Os estudantes empregam aspectos éticos na tomada de decisões.				X
	Funcionalidade	Os estudantes criam um modelo interdisciplinar (IIR).		X		

Fonte: Elaborado pela autora



## APÊNDICE M - Avaliação do relato de IIR - Dissertação 10

REFERENCIAL DE AVALIAÇÃO – “Vivências de IIR relatadas em dissertações brasileiras da área de Educação em Ciências e Matemática”						
Dimensão: Formação democrática						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Humanística	Existência	A vivência da IIR propicia a compreensão acerca de questões epistemológicas sobre C&T.				X
	Integração	A vivência da IIR propicia discussões sobre questões históricas acerca da Ciência/Tecnologia .	X			
	Valorização	A vivência da IIR propicia discussões acerca de questões culturais.	X			
Social	Integração	A vivência da IIR propicia discussões acerca da relação CTS.				X
	Existência	Os estudantes se comprometam na elaboração da representação.	X			
	Favorecimento	O professor estimula a formação para a cidadania.	X			
	Interação	Os estudantes realizam intervenção na realidade.		X		
	Adequação	A IIR permite um ensino contextualizado.	X			
Econômica e	Integração	A vivência da IIR	X			

Política		propicia discussões sobre questões econômicas.					
		A vivência da IIR propicia discussões sobre questões políticas.				X	
<b>Dimensão: Formação social</b>							
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise				
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não	
Autonomia	Organização	Os estudantes organizam e sistematizam o projeto sem depender exclusivamente do professor.		X			
	Autodeterminação	Os estudantes decidem como vão construir o produto final.				X	
	Conformidade	Os estudantes buscam informações com especialistas sobre a situação-problema.	X				
	Autossuficiência		Os estudantes buscam informações sobre a situação-problema para a tomada de decisão sem a ajuda de especialistas.	X			
			Os estudantes escolhem quais caixas-pretas abrir.	X			
			Os estudantes escolhem qual bifurcação seguir para responder à situação-problema.				X
			Os estudantes escolhem quais	X			

		especialistas e especialidades consultar.				
	Autodeterminação	Os estudantes tomam decisões frente ao problema.				X
Comunicação	Conformidade	Os estudantes comunicam suas ideias utilizando ideias prévias.	X			
		A vivência de IIR propicia que os estudantes dominem termos da linguagem científica e tecnológica.	X			
	Existência	Os estudantes dialogam entre si.	X			
		Os estudantes dialogam com o professor.	X			
		Os estudantes dialogam com os especialistas.	X			
	Autoconfiança	Os estudantes demonstram segurança na apresentação da representação elaborada.	X			
Domínio	Fundamentação	Os estudantes discutem conhecimentos científicos.	X			
		Os estudantes discutem conhecimentos tecnológicos.	X			
		Os estudantes discutem conhecimentos sociais.	X			
	Conformidade	Os estudantes tomam decisões frente à situação-problema utilizando conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais.				X
	Vinculação	Os estudantes	X			

		relacionam os conhecimentos científicos e tecnológicos com a situação-problema.				
	Pertinência	Os estudantes elaboram uma representação fundamentada.	X			
Negociação	Existência	Os estudantes negociam suas decisões frente à situação-problema.	X			
	Conformidade	Os estudantes elaboram uma representação compartilhada.				X
<b><i>Dimensão: Formação modelizadora</i></b>						
Subdimensões	Critérios	Indicadores	Escala de análise			
			Sim	Sim-com limitações	Sim-com muitas limitações	Não
Fazer bom uso dos objetivos operacionais	Existência	Os estudantes interpretam problemas de um contexto a outro.				X
		Os estudantes abrem caixas-pretas sem a ajuda de especialista.	X			
		Os estudantes abrem caixas-pretas com a ajuda de especialista.	X			
	Modelização	A partir da abertura das caixas-pretas, os estudantes constroem modelos simples para a utilização em determinados contextos.				X
	Conformidade	Os estudantes utilizam analogias, metáforas ou comparações durante a vivência				X

		de IIR.				
		Os estudantes realizam debates técnicos.				X
		Os estudantes realizam debates políticos.				X
	Fundamentação	Os estudantes empregam aspectos éticos na tomada de decisões.				X
	Funcionalidade	Os estudantes criam um modelo interdisciplinar (IIR).				X

Fonte: Elaborado pela autora.