



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



WÉLICA PATRÍCIA SOUZA DE FREITAS

**INTERDISCIPLINARIDADE CRÍTICO-TRANSFORMADORA: UTOPIA OU
POSSIBILIDADE?**

Campo Grande – MS

2023

WÉLICA PATRÍCIA SOUZA DE FREITAS

**INTERDISCIPLINARIDADE CRÍTICO-TRANSFORMADORA: UTOPIA OU
POSSIBILIDADE?**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para a obtenção do título de doutora em Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof. Dra. Nádia Cristina Guimarães Errobidart.

Campo Grande – MS

2023

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde e a oportunidade de estar vivendo este momento.

Aos meus pais, Hélio e Geneci, pelo apoio em todos os momentos de minha vida.

Ao meu companheiro de vida Além-Mar, por viver este sonho ao meu lado, por me incentivar em ir além e por muitas vezes acreditar em mim muito mais que eu mesma.

A minha orientadora, Prof. Nádia por ter acreditado em mim e aceitado trilhar este caminho comigo.

As minhas filhas de quatro patas Mika, Moka (*in memorian*), Sushi e Fumaça por estarem literalmente ao meu lado nos momentos de estudo e escrita.

Aos amigos, em especial à Thalita e a Livianne, por tornarem este processo mais leve.

Aos colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências.

Aos que foram e são meus alunos, sou grata pelo aprendizado, e por me fazerem vislumbrar uma educação justa e igualitária.

Aos professores que avaliaram na qualificação e defesa desta tese Tathiane Milaré, Graziela Piccoli, Monica Vasconcellos, Ademir de Souza Pereira Vivian dos Santos Calixto, Adriana Marques Oliveira e Daniele Correia. Gratidão pela leitura do texto e pelas valorosas contribuições para este trabalho.

A todos que estiveram ao meu lado contribuindo, direta ou indiretamente, para a construção desta tese, a minha gratidão.

Freitas, Wélica Patrícia Souza de. **Interdisciplinaridade crítico transformadora: utopia ou possibilidade?** 2023. 186.f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2023.

RESUMO

Nos últimos anos, no contexto brasileiro, vem se desvelando a emergência em discussões acerca da interdisciplinaridade e da formação docente. No entanto, os pesquisadores da área destacam as deficiências que ainda giram em torno dessas abordagens. Em relação à formação docente, os obstáculos relacionam-se à deficiência nas dimensões inicial e continuada e as condições de trabalho dos professores que dificultam a inserção interdisciplinaridade no contexto escolar. Somada a esta questão tem-se a carência de compreensão desta abordagem por parte dos professores, bem como a necessidade de uma metodologia que oportunize suporte a um trabalho interdisciplinar. Neste cenário, a metodologia de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar (IRI) pode ser considerada como uma possibilidade para a abordagem da interdisciplinaridade. Diante desta conjectura nossa investigação tenciona construir subsídios teóricos e metodológicos para a interdisciplinaridade em um viés crítico-transformador para a formação de professores de ciências. De natureza qualitativa nossa pesquisa se encontra estruturada em duas dimensões. A primeira engloba a análise de teses e dissertações via Análise Textual Discursiva (ATD) na qual buscamos tecer compreensões acerca do que é isso que se mostra nas pesquisas que abordam a metodologia de IRI na/para a formação de professores de ciências. Nesta proposição, algumas pistas nos oportunizaram vislumbrar nuances compreensivas acerca da metodologia de IRI na formação de professores de ciências, quais sejam, a importância de uma formação pautada em um viés crítico, a problematização do problema concreto, bem como a necessidade da abordagem de uma Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) em uma perspectiva ampliada de maneira a possibilitar o empoderamento de professores e estudantes. Como compreensões emergentes sinalizamos a necessária indissociabilidade entre a metodologia de IRI e a ACT. Além da necessidade de (re)significações para a formação docente, que contemple os objetivos da ACT. Pela análise realizada pudemos constatar a emergência em práticas formativas que rompem com o viés da racionalidade técnica, de modo a dar significado ao papel de ser professor, não apenas reduzindo-os ao papel de mero executores de currículos ou “dadores de aulas”. Desta forma, defendemos o modelo formativo de professores como intelectuais transformadores. Além disso, pudemos tecer algumas compreensões acerca das características do problema concreto na metodologia de IRI. Algumas pistas manifestadas em nosso cenário de análise possibilitaram-nos compreender que o problema concreto necessita apresentar a mesma essência dos temas geradores, a fim de propiciar aos sujeitos uma leitura crítica da realidade. Neste contexto, tais vieses compreensivos tensionaram para a construção da segunda dimensão deste estudo, que se configura na elaboração de uma proposta teórico metodológica

para uma abordagem interdisciplinar pautada em um viés crítico-transformador. Para tanto, é apresentada uma possibilidade de entrelaçamento entre os pressupostos teóricos de Gérard Fourez, pedagogia libertadora de Paulo Freire, e alguns aspectos da teoria crítica de Henry Giroux. Tais aproximações encontram-se centradas em quatro eixos, quais sejam: a compreensão de alfabetização e ACT, a problematização, o papel da escola e o papel do educador. Deste modo, apresentamos um ensaio metodológico para a interdisciplinaridade crítico-transformadora respaldada em seis momentos, a obtenção do tema gerador, problematização, percepção alcançada, enriquecimento teórico, perspectiva crítica e ação concreta transformadora. As compreensões tecidas possibilitaram-nos elementos para responder à questão título desta tese, “interdisciplinaridade-crítico transformadora: utopia ou possibilidade?” Logo, o presente estudo sinaliza que tal abordagem interdisciplinar pode se configurar em uma possibilidade, sendo necessárias ações e pesquisas que reestruturem a formação e o trabalho docente a fim de que se potencialize um encaminhamento crítico-transformador.

Palavras-chave: Formação de Professores de Ciências, Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar, Interdisciplinaridade crítico-transformadora, Alfabetização Científica e Tecnológica, Problematização.

Freitas, Wélica Patrícia Souza de. **Transforming critical interdisciplinarity: utopian or possibility?** 2023. 186.p. Thesis (Science Teaching Doctor's degree) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2023

ABSTRACT

In recent years, in the Brazilian context, the emergence of discussions about interdisciplinarity and teacher training has been revealed. However, researchers in the field highlight the shortcomings that still surround these approaches. In relation to teacher training, the obstacles are related to deficiencies in the initial and continuing dimensions and the working conditions of teachers that make it difficult to insert interdisciplinarity in the school context. Added to this issue is the lack of understanding of this approach on the part of teachers, as well as the lack of a methodology that provides support for interdisciplinary work. In this scenario, the Islands of Interdisciplinary Rationality (IIR) methodology can be considered as a possibility for approaching interdisciplinarity. Given this conjecture, our investigation intends to build theoretical and methodological support for interdisciplinarity in a critical-transformative bias for the training of science teachers. Qualitative in nature, our research is structured in two dimensions. The first encompasses the analysis of theses and dissertations via Discursive Textual Analysis (DTA) in which we seek to weave understandings about what is shown in research that addresses the IRI methodology in/for the training of science teachers. In this proposition, some clues gave us the opportunity to glimpse comprehensive nuances regarding the IRI methodology in the training of science teachers, namely, the importance of training based on a critical bias, the problematization of the concrete problem, as well as the need to approach a Scientific and Technological Literacy (STL) in a broader perspective to enable the empowerment of teachers and students. As emerging understandings, we signal the necessary inseparability between the IRI methodology and STL. In addition to the need for (re)significations for teacher training, which encompasses the objectives of STL. Through the analysis carried out, we were able to verify the emergence of training practices that break with the bias of technical rationality, in order to give meaning to the role of being a teacher, not just reducing them to the role of mere curriculum executors or “class givers”. In this way, we defend the training model of teachers as transformative intellectuals. Furthermore, we were able to gain some understanding about the characteristics of the concrete problem in the IRI methodology. Some clues manifested in our analysis scenario enabled us to understand that the concrete problem needs to present the same essence as the generating themes, in order to provide subjects with a critical reading of reality. In this context, such comprehensive biases contributed to the construction of the second dimension of this study, which consists of the elaboration of a theoretical and methodological proposal for an interdisciplinary approach based on a critical-transformative bias. To this end, a possibility of intertwining between the theoretical assumptions of Gérard Fourez, Paulo Freire's liberating pedagogy, and some aspects of Henry Giroux's critical theory

is presented. Such approaches are centered on four axes, namely: understanding literacy and STL, problematization, the role of the school and the role of the educator. In this way, we present a methodological essay for critical-transformative interdisciplinarity supported by six moments, obtaining the generating theme, problematization, perception achieved, theoretical enrichment, critical perspective and concrete transformative action. The understandings provided provided us with elements to answer the title question of this thesis, “transformative critical interdisciplinarity: utopia or possibility?” The understandings woven throughout the study indicate that such an interdisciplinary approach can become a possibility, requiring actions and research that restructure training and teaching work in order to enhance a critical-transformative direction.

Keywords: Formation of Science Teachers, Islands of Interdisciplinary Rationality, Critical Transforming Interdisciplinarity, Science and Technological Literacy, Problematization.

LISTA DE SIGLAS

ACT – Alfabetização Científica e Tecnológica

AC – Alfabetização Científica

AC – Análise de Conteúdo

AD – Análise de Discurso

ATD – Análise Textual Discursiva

AT – Alfabetização Tecnológica

BDTD – Biblioteca Digital de Teses e Dissertações

CTS – Ciência – Tecnologia – Sociedade

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

ICT- Interdisciplinaridade Crítico-Transformadora

IR – Ilha de Racionalidade

IRI – Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar

UFGD – Universidade Federal da Grande Dourados

UFMS – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Trabalhos analisados que abordam a metodologias de IRI na formação de professores de ciências.....	48
Quadro 2 - Processo de categorização.....	55
Quadro 3 - Síntese da diferenciação entre ensino de tipo temático, situação problema concreta e tema gerador na metodologia de IRI.....	93
Quadro 4 - Resumo da metodologia de IRI.....	153

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Os objetivos da ACT e a IRI.....	38
Figura 2: AC e AD em um continuum de características polarizadas.....	49
Figura 3: Ciclo da Análise Textual Discursiva.....	50
Figura 4: Processo de fragmentação do corpus – Unitarização.....	51
Figura 5: Processo de elaboração das palavras-chave e títulos a partir das unidades de significado.....	52
Figura 6: O processo de compreensão e a organização da estrutura do metatexto.....	58
Figura 7: Estruturação dos conhecimentos disciplinares escolares.....	107
Figura 8: Síntese da metodologia de IRI.....	115
Figura 9: Os pilares para a Interdisciplinaridade Crítico-Transformadora.....	143
Figura 10: possibilidades de aproximação entre a metodologia de IRI e a proposta metodológica para a Interdisciplinaridade Crítico-Transformadora..	154
Figura 11: Síntese das etapas para a metodologia da Interdisciplinaridade Crítico Transformadora.....	162
Figura 12: Uma situação com potencial crítico-transformador.....	163
Figura 13: Os objetivos da ACT na metodologia de Interdisciplinaridade Crítico-Transformadora.....	176
Figura14: Ciclo para concepção de uma identidade Crítico-Transformadora..	178

Sumário

INTRODUÇÃO	13
1 Um breve olhar sobre a interdisciplinaridade no contexto educacional	27
1.1 A metodologia de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar de Gérard Fourez.....	29
1.2 Alfabetização Científica e Tecnológica	34
1.3 ACT para qual formação docente?	40
2 CAMINHO METODOLÓGICO	47
2.1 Análise Textual Discursiva (ATD).....	49
3 DO CAOS À LUZ: COMO A COMPREENSÃO SE MANIFESTA.....	57
3.1 Nuances compreensivas na metodologia de IRI: a formação crítica, a problematização e a ACT como possibilitadoras da emancipação	59
3.1.1 A metodologia de IRI na formação de professores de ciências: a necessária abordagem da ACT	61
3.1.2 (Re)significações e necessidades formativas manifestadas pela metodologia de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar	69
3.1.3 A importância do problema concreto para a metodologia de IRI	81
3.2 Pontuações emergentes.....	92
4 UM POSSÍVEL DIÁLOGO ENTRE A ABORDAGEM EDUCACIONAL DE GÉRARD FOUREZ, A PEDAGOGIA LIBERTADORA DE PAULO FREIRE E A TEORIA CRÍTICA DE HENRY GIROUX.....	103
4.1 As contribuições de Gérard Fourez para a educação em ciências	103
4.2 A pedagogia libertadora de Paulo Freire.....	116
4.3 Um olhar sobre a teoria crítica de Henry Giroux	121
4.4 Fourez, Freire e Giroux: bases para uma Interdisciplinaridade Crítico-Transformadora (ICT)	126
4.4.1 A compreensão de Alfabetização e da Alfabetização Científica e Tecnológica	127
4.4.2 A problematização	134
4.4.3 O papel da escola.....	136
4.4.4 O papel do educador	139
4.5 Os três pilares para a Interdisciplinaridade Crítico-Transformadora	142
5 UMA METODOLOGIA PARA INTERDISCIPLINARIDADE CRÍTICO-TRANSFORMADORA (ICT).....	146
5.1 O processo de Investigação Temática e sua essência interdisciplinar .	147

5.2 A metodologia de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar	150
5.3 Como se configura a proposta metodológica para a Interdisciplinaridade Crítico-Transformadora?	154
5.3.1 Obtenção do tema gerador – Etapa 1	154
5.3.2 Problematização – Etapa 2	155
5.3.3 Percepção alcançada – Etapa 3	157
5.3.4 Enriquecimento teórico – Etapa 4	158
5.3.5 Perspectiva Crítica – Etapa 5	159
5.3.6 Ação concreta transformadora – Etapa 6	160
5.4 Análise de uma situação potencial.....	162
5.4.1 Obtenção do tema gerador	163
5.4.2 Problematização	168
5.4.3 Percepção alcançada	169
5.4.4 Enriquecimento teórico	169
5.4.5 Perspectiva crítica.....	170
5.4.6 Ação concreta transformadora.....	170
5.5 O professor na perspectiva crítico transformadora	171
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	180
REFERÊNCIAS.....	184

INTRODUÇÃO

Antes de iniciar a apresentação deste trabalho, julgo pertinente traçar uma linha histórica de minha vida acadêmica até a escrita desta tese.

Compreender como se constitui uma formação crítica, pautada para o exercício da cidadania, tem se apresentado como uma busca constante no percurso que venho trilhando na pesquisa em Ensino de Ciências e na atuação como professora do Ensino Médio em escolas públicas. Diante desse cenário, considero essencial, antes de falar sobre a tese, apresentar de forma breve, minha trajetória acadêmico-profissional.

Serão apresentados três momentos, o primeiro relaciona-se com a inserção no curso de Licenciatura e Bacharelado em Química e no Projeto Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), o segundo a imersão em sala de aula e a constituição do ser professora de química, e o terceiro, a inserção no mestrado profissional e doutorado em Ensino de Ciências, fazendo pesquisa na área de ensino, mais especificamente, na linha de pesquisa de Formação de Professores de Ciências.

Ingressei no curso de Licenciatura e Bacharelado em Química na Universidade Federal da Grande da Dourados – UFGD em 2011. Inicialmente me interessei pela área de Química Inorgânica, objetivando fazer pesquisa nesta área. Ser professora nunca havia sido uma opção, não me imaginava em sala de aula. Neste período, enxergava a licenciatura apenas como um brinde na diplomação. No entanto, não vislumbrava os caminhos que trilharia nesse percurso formativo, e como minha visão a respeito da licenciatura pudesse se transformar.

No início do segundo ano da graduação, enquanto cursava a disciplina de Práticas de Ensino de Química II, o professor que ministrava a disciplina nos apresentou um texto para leitura. Um artigo amplamente discutido na linha de Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), intitulado *“Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira”*. A partir do momento em que iniciei minha imersão na leitura, comecei a enxergar as múltiplas possibilidades existentes para o ensino, e mais que isso, percebi que ensinar Química, não se constitui apenas na

apresentação de fórmulas, equações e reações químicas. Notei que é possível propiciar um ensino com significados, um ensino para a vida.

A partir deste momento comecei a tecer muitas reflexões em relação ao ser professor, e, em relação a minha formação no Ensino Médio, que sempre esteve pautada em um viés conteudista, com o único objetivo de preparar os estudantes para um exame como o vestibular. Assim, naquele momento queria entender o porquê desta perspectiva conteudista e acrítica ser amplamente disseminado nas escolas.

Nesse período formativo, tive a possibilidade de desenvolver distintas propostas metodológicas para o Ensino de Química, vivenciando a articulação da Formação Inicial com o contexto da escola pública. Esta etapa foi importante para o meu processo formativo, por possibilitar-me compreender que a universidade e a escola se constituem como espaços de igual significância e que sua inter-relação possibilita à escola tornar-se protagonista no processo de formação de futuros professores, uma vez que propicia aos educadores mais experientes tornarem-se co-formadores.

Na etapa final da graduação, ao elaborar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) surgiu a possibilidade de desenvolver uma sequência didática, pautada na perspectiva CTS. A partir da aplicação e análise de uma sequência didática elaborada no TCC, várias reflexões emergiram e foram retomadas, como a composição dos currículos de Prática de Ensino de Química, a dificuldade por parte dos colegas de formação, quando se tratava da articulação entre a tríade CTS, ou, em relação a compreensões errôneas sobre o movimento CTS, entendimentos que denotavam crenças em perspectivas tecnocráticas.

Em 2017, iniciei a minha jornada como professora de Química em escolas públicas e colégios privados em Campo Grande. Toda a bagagem construída na graduação e na participação do PIBID, constituíram o meu perfil docente. Sempre busquei propor e aplicar metodologias investigativas, e principalmente a abordagem CTS em minhas aulas, mesmo que causando arrepios em alguns. Neste mesmo ano, ingressei no mestrado profissional em Ensino de Ciências na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, buscando entender quais as contribuições e obstáculos da inserção da perspectiva CTS na formação inicial de professores.

A imersão no mestrado possibilitou-me o encontro com leituras do teórico Henry Giroux, o que despertou a necessidade de uma auto-formação e constituição de minha identidade docente no perfil do modelo formativo do professor como intelectual transformador. Após a leitura de Giroux, me acendeu a fé de que a partir deste perfil docente e pelo amor na educação o professor pode criar mecanismos para transformar a sua realidade.

A partir da imersão no mestrado me distanciei-me da pesquisa em Ensino de Química. Algumas circunstâncias me fizeram aplicar a pesquisa na formação inicial de professores de física, e a partir desta aplicação senti a necessidade de propor um projeto de doutorado, pautado em uma abordagem CTS sob a perspectiva crítico-transformadora.

Sendo assim, ingressei no doutorado em 2019, com um projeto, em que eu vislumbrava analisar as potencialidades e obstáculos da abordagem CTS crítico-transformadora com professores formadores. Ou seja, professores da área de ciências da natureza, que ministravam disciplinas de Práticas de Ensino. No entanto, fui surpreendida com a necessidade de troca de orientação.

Assim, desde o final de 2020, venho trilhando um novo caminho, relacionado à interdisciplinaridade. Inicialmente, comecei a estudar os pressupostos teóricos de Allen Repko para a interdisciplinaridade, visto que este autor aborda, em alguns momentos, o conceito de interdisciplinaridade crítica. No entanto, não identifiquei nas leituras que realizei, que o autor apresenta uma metodologia crítica, nem um aprofundamento para esta.

Apesar da mudança da abordagem da minha pesquisa de doutoramento, um ponto persistia naquele momento, e se mantém muito vívido, que é o desejo em possibilitar um ensino crítico e transformador. Nesta perspectiva em 2021, me encontrei com a metodologia de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar, uma proposta de ensino voltada para Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) proposta por Gérard Fourez que vislumbra a formação de estudantes críticos, autônomos e com capacidade de tomada de decisão consciente em questões sociais, ao vivenciarem com a participação de professores, a construção de uma representação interdisciplinar para uma situação problema. Desta forma, julgo pertinente destacar neste momento, que minhas leituras acerca desta metodologia e do autor que a propõe estão marcadas por uma essência crítico-transformadora.

Ainda sobre meu percurso como professora, em 2022, fui convidada para ser coordenadora da área de ciências da natureza, de uma escola estadual em que trabalhei por quatro anos. Inicialmente, vi possibilidades em construir em conjunto com os professores, meus colegas de trabalho, projetos e atividades que apresentassem significado aos estudantes daquela escola. No entanto, este foi meu primeiro ano como coordenadora de área, mas também foi o primeiro ano da escola, como escola de tempo integral, bem como o primeiro ano da implementação da Reforma do Ensino Médio. Ou seja, todos estavam perdidos e angustiados, inclusive eu.

Foi o ano mais difícil da minha trajetória enquanto professora, pois além de atuar como coordenadora de área, também ministrava aulas no itinerário formativo de ciências da natureza, e em um colégio privado. Naquele momento o contraste que percebia, entre escola pública e privada se tornara gritante.

Na escola pública estadual estávamos trabalhando arduamente para tentar compreender tudo que estava acontecendo. Além de dar conta de todas as demandas das comunicações internas que surgiam do dia para a noite, demandas essas que em sua maioria não apresentava um planejamento prévio. Todas essas questões somavam-se à tristeza apresentada por todos os professores ao ver a carga horária do seu componente curricular ser diminuída. No caso do componente de Química a formação geral ficou com duas aulas nos primeiros e segundos anos e uma aula no terceiro ano.

Enquanto isso, o colégio privado, elitizado, tinha um objetivo claro estampado na publicidade que fazia nas redes sociais e outdoors espalhados pela cidade – a preparação para o vestibular. A implementação do novo ensino médio não surtiu um impacto tão profundo nos professores, pois todas as apostilas chegavam prontas, trata-se de um ensino pautado no simples depósito de informações. No entanto, como o objetivo é a aprovação da maior quantidade de estudantes possível no vestibular e ENEM, o que se fez foi aumentar a carga dos componentes de ciências da natureza e matemática. No caso, do componente de Química, somavam-se três aulas, da formação geral básica, e uma aula de Química Avançada, com o objetivo de aprofundar os principais conceitos e resolver exercícios das principais universidades do país. Acrescentavam ao currículo, duas aulas do itinerário formativo de Química e duas horas de plantões de dúvidas todos os dias da semana. Ou seja, seis aulas

de química, seis aulas de física e seis aulas de biologia, no caso do componente de matemática a carga horária é maior, e somam-se outras atividades com foco em resolução de exercícios. Isso para o primeiro e segundo anos do Ensino Médio, para o terceiro ano, essa carga horária é maior.

No caso do Itinerário formativo do colégio privado, o professor recebe uma apostila aula a aula (que deve ser seguida rigorosamente), com balões explicitando até mesmo as discussões, ou a maneira pela qual o professor pode iniciar o assunto com a turma. Trata-se de um material conteudista disfarçado de interdisciplinar.

Na escola pública, os professores recebiam um material norteador, que na prática era desnorteador. A principal indicação apresentada é a de que aquele material poderia ser abordado de maneira interdisciplinar. Uma das minhas funções como coordenadora de área era exatamente essa, tornar o trabalho interdisciplinar factível. Mas como? Naquele contexto, existiam professores que trabalhavam em até cinco escolas, e tinham apenas quatro aulas na escola em que eu trabalhava, os únicos momentos passíveis de diálogo eram os 50 minutos de planejamento, que na realidade prática eram empregados para realizar os trabalhos burocráticos, solicitados pela coordenação-secretaria de educação.

Em meio a isso, existia a cobrança por projetos, pois uma escola em tempo integral deve apresentar-se como uma escola ativa, que forma o cidadão em sua integralidade. Todas as situações aqui apresentadas, me fizeram perceber que ações impensadas acarretam atitudes impensadas. Além disso, apenas escancaram a diferença que sempre existiu, mas que neste momento torna-se gritante, entre educação pública e privada. E a angústia dos professores e coordenadores ao buscar meios e possibilidades de tornar a abordagem interdisciplinar uma realidade na escola.

Neste contexto, as situações aqui explanadas vão de encontro ao momento em que se iniciaram os debates sobre interdisciplinaridade. Tais discussões tiveram início em um momento histórico de lutas e debates sobre a necessidade de uma reconfiguração curricular que propiciasse uma formação com significados. Realizando um olhar crítico, parece que voltamos no tempo. A situação que estamos vivenciando com a proposição do Novo Ensino Médio, trata-se, como destaca Silva (2018), de um resgate empoeirado de um velho discurso. Quando na realidade se deveria vislumbrar uma formação que

possibilite aos indivíduos a capacidade de construção do conhecimento, e tomar decisões críticas e conscientes frente a situações concretas, considerando os conhecimentos científicos e tecnológicos.

Os discursos sobre o Novo Ensino Médio, no entanto, destacam a importância de uma aproximação com a realidade local, bem como a interdisciplinaridade/integração dos conhecimentos a serem desenvolvidos, mas não é indicado um caminho a seguir, e as formações continuadas não oferecem subsídios para tanto.

Quando se fala em interdisciplinaridade, a polissemia que constitui este termo fez com que se perpetuasse múltiplas visões, causando em alguns momentos, em nós professores, certa incompreensão acerca do que se trata tal abordagem, e principalmente, como praticá-la em sala de aula (Gehard e Filho 2012, Feistel e Maestrelí, 2012; Costa e Loureiro, 2015, Basso e Abrahão, 2018; Nicoletti, 2019; Strefezza, 2020). Tais pontuações me fizeram vislumbrar uma forma de contribuir de alguma maneira para possibilidade de uma perspectiva interdisciplinar que propicie a formação de cidadãos críticos sob uma lente transformadora.

Desta forma, a polissemia do termo interdisciplinaridade, e principalmente, a análise do contexto histórico e social em que as discussões sobre esta abordagem surgiram, permitiu-me realizar algumas reflexões: *como configurar uma base teórica crítico-transformadora para a interdisciplinaridade de modo a abranger o enfrentamento de problemas sociais?* Ao realizar tal indagação, permito-me relacionar a interdisciplinaridade com a abordagem CTS, que surgiram no mesmo contexto histórico-social. No entanto, a abordagem CTS apresenta como um de seus objetivos, possibilitar a interdisciplinaridade e a formação de cidadãos críticos com a capacidade de uma tomada de decisão consciente acerca das questões que envolvem CTS. Ao realizar essa observação, o questionamento inicial se transforma, pois além de buscar compreender o como, torna-se necessário entender se é possível uma abordagem metodológica crítico-transformadora para a interdisciplinaridade.

Neste sentido, buscamos responder a seguinte questão de pesquisa: *Como esboçar os subsídios teóricos e metodológicos para a abordagem da interdisciplinaridade crítico-transformadora para a formação de professores de ciências?* Defendemos que a interdisciplinaridade é edificada coletivamente,

envolvendo o processo histórico de produção do conhecimento, bem como a articulação das diversas áreas do conhecimento, buscando uma visão integrada, contextualizada e crítica acerca das questões que emergem da sociedade.

A fim de possibilitar uma visão crítica acerca das adversidades que emergem da sociedade, defendemos a importância da interdisciplinaridade crítico-transformadora, vivenciada por estudantes e professor(es), que juntos constroem um conhecimento que vislumbra uma resposta possível para a situação problema adversa.

Neste sentido, nosso ideal de interdisciplinaridade está pautado na crítica e transformação. Compreendemos que os críticos interdisciplinares buscam desmontar fronteiras de todos os tipos, e que a partir da interdisciplinaridade crítico-transformadora se possa oportunizar espaços para refletir algumas condições relativas às necessidades e problemas de grupos oprimidos e marginalizados.

Desta forma, a partir das pontuações buscaremos defender a seguinte tese: *A interdisciplinaridade crítico-transformadora oportunizará a professores e estudantes a leitura crítica da realidade, bem como a capacidade de refletir sobre uma possível tomada de decisão crítica e consciente perante questões sociais, por meio de uma ação concreta transformadora.*

No entanto, pontuamos que para que a formação cidadã dos estudantes, e de nós professores, se efetive, é necessário que as ações realizadas em sala de aula, não estejam pautadas unicamente na orientação conteudista. Porém, minha vivência como professora da Educação Básica, permitiu-me presenciar algumas limitações formativas que os professores apresentam quando buscam abordar uma metodologia que vai além da perspectiva conteudista.

Compreendemos que tal fato esteja relacionado com a proletarização do trabalho docente, como pontua alguns autores (Giroux, 1992; Gatti, 2016; Diniz-Pereira, 2007). Giroux (1992), faz duras críticas em relação a divisão social do trabalho de quem determina o currículo e de quem o aplica, pois o professor não recebe um currículo neutro, mas, marcado por intencionalidades. Tais intencionalidades são definidas por outrem em contextos diferentes do escolar. Neste cenário, cabe ao professor a função de cumprir o currículo e vencer o conteúdo. Por isso, defendemos que a formação de professores como intelectuais transformadores (Giroux, 1997), oportuniza ao professor subsídios

para lutar pela sua emancipação de modo a realizar a abordagem de práticas que possibilitem a formação de cidadãos críticos.

Desta forma, buscamos com a construção deste trabalho de doutorado a apresentar a potencialidade e limitação da interdisciplinaridade crítico-transformadora com vistas a possibilitar uma formação para a cidadania. Logo, usaremos como respaldo teórico a formação de professores como intelectuais transformadores, com o objetivo de oferecer subsídios para uma prática docente que extrapole a tendência conteudista, neste caso, abordamos a nuance interdisciplinar.

Para tanto, como hipóteses da tese apresentada concebemos que:

- 1- A perspectiva crítico-transformadora para a interdisciplinaridade possibilitará a contribuição de uma educação transformadora e libertadora.
- 2- A metodologia de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar (IRI) necessita estar articulada à Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), a fim de que se alcance os seus objetivos.
- 3- O diálogo entre a teoria de Gérard Fourez, atrelada a abordagem freireana e alguns aspectos da teoria crítica de Henry Giroux, oferecerá subsídios teóricos e metodológicos para a interdisciplinaridade crítico-transformadora.
- 4- O processo de Investigação Temática articulado à metodologia de IRI possibilita a obtenção de um problema concreto que apresente significados reais aos estudantes.
- 5- O problema concreto a ser abordado na metodologia de IRI deve partir de uma problematização com os estudantes, de modo a possibilitar o desvelamento de um problema que apresente significados reais.
- 6- A última etapa da IRI deve possibilitar aos estudantes mais do que a elaboração da síntese da IRI, deve fomentar sua ação como intelectuais transformadores de modo a buscar subsídios para o reconhecimento e transformação da sua realidade.

Desta forma, enfatizamos que *uma orientação crítico-transformadora para a interdisciplinaridade poderá contribuir para uma educação transformadora e libertadora*. Neste sentido, a metodologia de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar explicita, mesmo que timidamente, a possibilidade de uma

perspectiva crítico-transformadora para a interdisciplinaridade, visto que objetiva propiciar a Alfabetização Científica e Tecnológica a partir do seu desenvolvimento. Desta forma, defendemos que *a metodologia de IRI deve estar articulada à Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), a fim de que se alcance os objetivos desta*. Ademais, torna-se necessário tecer compreensões e subsídios teóricos para incorporar de forma explícita o viés crítico na metodologia de IRI. Portanto, enfatizamos que a seguinte consideração: *o diálogo entre a teoria de Gérard Fourez, atrelada a abordagem freireana e alguns aspectos da teoria crítica de Henry Giroux, oferecerá subsídios teóricos e metodológicos para a interdisciplinaridade crítico-transformadora*; sustentando a proposição anterior.

Por isso, defendemos que a abordagem interdisciplinar deve apresentar uma perspectiva crítica e problematizadora desde a etapa inicial. Se analisarmos as etapas da metodologia de IRI, veremos que o problema concreto é elaborado majoritariamente pelo professor. Destacamos que para que se atinja a nuance crítico-transformadora é necessária a realização de uma problematização com os estudantes. Compreendemos que o problema concreto sendo concebido a partir da problematização com os estudantes possibilita com que o desenvolvimento das etapas da IRI ocorra de forma mais promissora, visto que a problemática abordada emergiu a partir de uma situação apresentada pelos estudantes, logo apresenta significados para eles.

Ainda analisando as etapas da IRI, a última etapa constitui a síntese da IRI produzida. No entanto, salientamos que o encaminhamento da interdisciplinaridade crítico-transformadora que apresentaremos, demanda uma ação concreta da problemática abordada. Além disso, pontuamos que a essência da interdisciplinaridade crítico-transformadora está pautada no reconhecimento das situações de opressão, ou de uma situação-limite que necessita ser analisada de forma crítica. Por este motivo, defendemos a necessidade de a etapa inicial partir da realização de uma problematização inicial com os estudantes, a fim de desvelar eventuais situações-limite. Assim, a partir da problematização e obtenção do problema concreto, dá-se início as etapas da IRI. No entanto, para que haja uma vertente de intelectual transformador é necessário que a última etapa, vá além da produção da síntese da IRI. Compreendemos que, se a problematização possibilitará o desvelamento de um problema concreto, ou uma situação limite, é necessária uma ação

transformadora. Assim, destacamos a necessidade de fomentar nos estudantes o posicionamento de intelectuais transformadores, a fim de que reconheçam a problemática desvelada, percebendo que aquela situação deve ser analisada de forma crítica a fim de entendê-la e agir sobre ela com vistas na sua transformação. Em outras palavras, podemos pontuar que o objetivo é possibilitar uma leitura crítica da realidade, de maneira a enxergar as adversidades e situações limites e de opressão que emergem, buscando subsídios para agir sobre tais situações a fim de transformá-la.

Deste modo, enfatizamos que na abordagem da interdisciplinaridade crítico- transformadora o processo de Investigação Temática, articulada à metodologia de IRI possibilita a obtenção de um problema concreto que apresente significados reais aos estudantes, e que o problema concreto a ser abordado na metodologia de IRI deve partir de uma problematização com os estudantes, de modo a possibilitar o desvelamento de um problema que apresente significados reais, e que a última etapa da IRI deve possibilitar aos estudantes mais do que a elaboração da síntese da IRI, deve fomentar sua ação como intelectuais transformadores de modo a buscar subsídios para o reconhecimento e transformação da sua realidade.

Assim, como objetivo geral tencionamos: Construir subsídios teóricos e metodológicos para a abordagem da interdisciplinaridade crítico-transformadora para a formação de professores de ciências.

Como objetivos específicos buscamos:

- Compreender como se encaminham e o que se mostra nas pesquisas que abordam a metodologia de IRI na formação de professores de ciências.

- Compreender de que forma o diálogo entre a teoria de Gérard Fourez, a abordagem freireana e alguns aspectos da teoria crítica de Henry Giroux podem contribuir para fomentar subsídios teóricos e metodológicos para a interdisciplinaridade crítico transformadora; e

- Teorizar o processo de Investigação temática articulado à metodologia de IRI de modo a oportunizar mecanismos para uma ação concreta transformadora.

Nosso texto encontra-se dividido em duas partes totalizando cinco capítulos. Na primeira parte apresentamos uma visão geral acerca da interdisciplinaridade, Alfabetização Científica e Tecnológica, bem como a

metodologia de IRI. Pontos que compreendemos como estruturantes para a primeira etapa deste estudo.

No segundo capítulo apresentamos o caminho metodológico percorrido para a efetivação da análise de teses e dissertações que apresentam aspectos da metodologia de IRI na/para a formação de professores de ciências. A metodologia de análise esteve pautada na Análise Textual Discursiva (ATD). O processo de análise oportunizou-nos a construção de três metatextos intitulados 1) *A metodologia de IRI na formação de professores de ciências: a necessária abordagem da ACT*, 2) *(Re)significações e necessidades formativas manifestadas pela metodologia de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar* e 3) *A importância do problema concreto para a metodologia de IRI*. O processo de análise nos apresenta pistas que direcionam um olhar para a compreensão da nossa categoria final intitulada Nuances compreensivas na metodologia de IRI: a formação crítica, a problematização e a ACT como possibilitadoras da emancipação. Desta forma, apresentamos as compreensões tecidas via ATD em quatro momentos, os três primeiros configuram-se nos metatextos em que comunicamos os entendimentos emergentes, e que possibilita o quarto momento compreensivo apresentado nos capítulos quatro e cinco desta tese.

Neste contexto, no capítulo quatro é exposto um ensaio teórico que busca apresentar um possível entrelaçamento entre as perspectivas teóricas de Gérard Fourez, a pedagogia libertadora freireana e alguns aspectos da teoria crítica de Henry Giroux. Desta forma, propomos quatro pontos de articulação entre as concepções de Fourez, Freire e Giroux, *a compreensão de Alfabetização e da ACT; a problematização; o papel da escola e o papel do professor*. O objetivo é apresentar uma possibilidade teórica para uma interdisciplinaridade sob uma nuance crítico transformadora, que possa propiciar uma formação crítica, a problematização e a ACT.

A partir desse construto teórico, no capítulo cinco, apresentamos uma proposta metodológica para a Interdisciplinaridade-Crítico Transformadora. A qual se tem início a partir da obtenção de um tema gerador via Investigação Temática (FREIRE, 1987), e se encerra com uma ação concreta transformadora.

Para tal proposta, buscamos uma articulação com a metodologia de IRI. Desta forma, apresentamos um ensaio com seis momentos quais sejam: A obtenção do tema gerador; problematização; percepção alcançada,

enriquecimento teórico, perspectiva crítica e ação concreta transformadora. Logo, objetivamos apresentar uma possibilidade de promover a ACT de maneira ampliada, com vistas a uma formação cidadã, na qual os sujeitos reconheçam a potencialidade de suas vozes na luta por igualdade e justiça social, atuando de maneira crítica e consciente nos extramuros da escola.

Por fim, apresentamos as considerações finais em que buscamos pontuar as compreensões tecidas. Além disso apresentamos indícios que visam responder a nossa questão de pesquisa, bem como o questionamento que se apresenta como título desta tese, que se configura em compreender se a interdisciplinaridade em um viés crítico-transformador se trata de uma utopia, ou uma possibilidade.

PARTE A

Essa parte do trabalho está dividida em três capítulos, onde cumprimos um dos objetivos específicos: “Compreender como se encaminham e o que se mostra nas pesquisas que abordam a metodologia de IRI na formação de professores de ciências. Para isso, apresentamos em cada um deles as categorias de análise provenientes da análise via ATD, das teses e dissertações que abordam a metodologia para construção de IRI.

Desta forma, no primeiro capítulo apresentamos um breve olhar sobre Alfabetização Científica e Tecnológica, bem como a metodologia de IRI, eixos estruturantes desta primeira etapa da pesquisa. No segundo capítulo apresentamos o caminho metodológico trilhado, via Análise Textual Discursiva, a fim de tecer as compreensões que comunicamos nos metatextos.

No primeiro metatexto intitulado “*A metodologia de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar na promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica: um dinamismo indispensável*”, pudemos amparar a seguinte hipótese: *A metodologia de IRI deve estar articulada à Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), a fim de que se alcance os seus objetivos*. Por conseguinte, foi possível interpretar e sinalizar a urgência de pesquisas que explicitem os objetivos da ACT a partir da metodologia de IRI, visto que um dos objetivos centrais desta metodologia é fomentar a ACT aos sujeitos, seja, eles professores ou estudantes.

No segundo metatexto apresentamos o trabalho de análise da categoria intitulada: “*(Re)significações e necessidades formativas manifestadas pela metodologia de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar*”. No qual destacamos como compreensões emergentes a necessidade de uma formação que esteja pautada no mesmo sentido da ACT. Desta forma, inferimos que a formação de professores como intelectuais transformadores se apresenta com potencial para uma formação que objetiva a ACT de maneira ampliada.

E por fim, o terceiro metatexto incorpora o trabalho de análise da categoria intitulada: “*A importância do problema concreto na metodologia de IRI*”. Nele sustentamos a hipótese que sugere que: *O processo de Investigação Temática, ou a abordagem Temática Freireana articulada à metodologia de IRI possibilita a obtenção de um problema concreto que apresente significados reais*

aos estudantes. Além disso, pudemos entender e diferenciar a característica da abordagem do ensino por temas e do problema concreto na metodologia de IRI.

No texto, defendemos que para objetivar a leitura crítica da realidade o problema concreto deve estar pautado em uma perspectiva problematizadora. O que reforça a seguinte hipótese: *O problema concreto a ser abordado na metodologia de IRI deve partir de uma problematização com os estudantes, de modo a possibilitar o desvelamento de um problema que apresente significados reais.*

CAPÍTULO 1

Existe uma educação por fazer: tornar as populações conscientes da relatividade das produções intelectuais (provenientes de comunidades definidas e historicamente situadas) sem com isto soçobrar em um relativismo desencantado; ensinar a estas populações distinguir entre as relativizações necessárias e o relativismo como ideologia. (Fourez, 1997, p. 25).

1 UM BREVE OLHAR SOBRE A INTERDISCIPLINARIDADE NO CONTEXTO EDUCACIONAL

A interdisciplinaridade é um conceito polissêmico, tem seu início pautado nas iniciativas de propor uma nova forma de compreender o conhecimento e como sua construção se efetiva, em contraponto a uma abordagem disciplinar. Fávero (2020) comenta que mesmo transcorridos quarenta e oito anos do primeiro evento sobre pluridisciplinaridade e interdisciplinaridade, ocorrido na França, ainda se percebe dificuldades conceituais acerca do termo “interdisciplinaridade”. Tal fato, se dá pelas várias definições e classificações realizadas por vários estudiosos.

No contexto internacional, por exemplo tem-se as contribuições de Georges Gusdorf na década de 1960, Jean Piaget e Erich Jantsch em 1970, Julie Thompson Klein e Gérard Fourez na década de 1990 e Allen Repko no final da década de 2000. No cenário brasileiro tem-se como pesquisadores pioneiros Hilton Japiassú e Ivani Fazenda, os quais iniciaram suas pesquisas na década de 1970, e ainda hoje são consideradas referências sobre a interdisciplinaridade.

Hilton Japiassu, buscou uma compreensão epistemológica do conceito de interdisciplinaridade, considerando que não se trata apenas de um conceito teórico, mas que se fundamenta como prática e como ação. Japiassu (1976) indica que a interdisciplinaridade possibilita a ultrapassagem da fragmentação das disciplinas, possibilitando o conhecimento do sujeito em sua totalidade, não em fragmentos, como na concepção positivista de conhecimento.

Para Ivani Fazenda a interdisciplinaridade constitui-se em uma atitude, forma de ser e fazer relacionada com uma maneira inovadora de lidar e compreender o conhecimento. Ademais,

a interdisciplinaridade visa à recuperação da unidade humana através da passagem de uma subjetividade para uma intersubjetividade e assim sendo, recupera a ideia primeira de Cultura (formação do homem total), o papel da escola (formação do homem inserido em sua realidade) e o papel do homem (agente das mudanças no mundo) (Fazenda, 2002, p. 48).

Desenvolver o potencial do indivíduo em ser sujeito-efetivo, capaz de tomar decisões conscientes e agir como agente de transformação da realidade na qual se insere é um trabalho árduo, tanto quanto colocar em prática a interdisciplinaridade. A falta de clareza de seu significado, bem como de como aplicá-la são os dois obstáculos apontados por Hartmann e Zimmermann (2007) na sua efetivação no contexto educacional.

Neste sentido, Fourez (1997), referencial adotado neste estudo, apresenta uma metodologia para o desenvolvimento de um trabalho interdisciplinar denominado Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar (IRI). Para Fourez e colaboradores *“a interdisciplinaridade vai além de uma simples justaposição de pontos de vista. (...) ela constitui uma prática integradora com vistas à abordagem de certos problemas na sua particularidade”* (Maingain, Dufour e Fourez, 2008, p. 68). O autor argumenta que a prática escolar da interdisciplinaridade objetiva aquisição pelos estudantes de uma “competência interdisciplinar”, neste sentido, para os autores *“aprender é abandonar uma representação para adotar uma outra mais prometedora”* (MAINGAIN, Dufour e Fourez, 2008, p. 81).

Fourez (1995) pontua ainda que a interdisciplinaridade não se destina a criar um discurso que se situaria para além das disciplinas particulares, mas sim, uma prática específica visando à abordagem de problemas relativos à existência cotidiana, ou seja, um problema concreto. O autor expõe ainda que neste viés,

(...) a interdisciplinaridade é vista como uma prática essencialmente “política”, ou seja, como uma negociação entre diferentes pontos de vista, para enfim decidir sobre a representação considerada como adequada tendo em vista a ação. Torna-se evidente, então, que não se pode mais utilizar critérios externos e puramente “racionais” para “mesclar” as diversas disciplinas que irão interagir. É preciso aceitar

confrontos de diferentes pontos de vista e tomar uma decisão que, em última instância, não decorrerá de conhecimentos, mas de um risco assumido, de uma escolha finalmente ética e política. (FOUREZ, 1995, p. 137).

Desta forma, como meio para atingir as questões supracitadas, bem como desenvolver nos sujeitos o potencial em ser sujeito-efetivo, Fourez (1997) propõe a metodologia de IRI como uma proposta para o trabalho interdisciplinar, tendo como objetivo principal fomentar a ACT.

1.1 A metodologia de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar de Gérard Fourez

O conhecimento científico disseminado nas escolas, está pautado em uma orientação disciplinar transposta com o objetivo de atender os objetivos do ensino, o que se configura em pouca, ou nenhuma manifestação de interesse pelos estudantes, pois geralmente o que lhes é transmitido não apresenta nenhuma relação com a vida cotidiana. (Fourez, 1997; Santos & Mortimer, 2002; Bettanin, 2003).

Fourez (1997; 2003) questiona a eficácia do ensino disciplinar, em propiciar aos estudantes uma compreensão sobre as questões científicas e tecnológicas, visando sua aplicação em situações concretas da vida social, pessoal ou política. Para o autor, são poucos os problemas concretos que podem ser resolvidos e abordados de forma adequada pelos conhecimentos de uma única disciplina escolar. O autor cita como exemplo o problema de isolar uma casa termicamente, indicando que para ser abordado com os estudantes, o professor necessita de conhecimentos da física, engenharia, direito, de noções de economia, de ética, estética e ecologia.

Desta forma, quando se é necessário resolver uma determinada circunstância, como o problema do isolamento térmico citado anteriormente, o autor sugere a criação de um modelo ou representação interdisciplinar para a situação. Para a construção desses modelos denominados de IRI, são necessários, além dos conhecimentos disciplinares, conhecimentos de situações relacionadas à vida cotidiana, para que se possa apreender as situações e tomar decisões conscientes sobre elas.

A IRI “*visa produzir uma representação teórica apropriada em uma situação precisa e em função de um projeto determinado*” (Fourez, 1997, p. 121), permitindo ao sujeito comunicar-se e tomar decisões conscientes sobre o assunto, considerando os conhecimentos científicos e tecnológicos. Isso não significa descobrir uma nova teoria, mas sim, criar uma teorização adequada para a situação problema.

A construção da IRI inicia-se com a proposição de uma situação problema que orientará o desenvolvimento do projeto, e que geralmente é apresentada aos estudantes como uma pergunta. Como por exemplo:

“(...) O cinto de segurança deve ser obrigatório? Pode-se, em certas condições, introduzir um objeto de metal em um forno de microondas? Que precauções se deve tomar quando se usa soda cáustica, ácido clorídrico ou outros produtos para desentupir encanamentos? (...)” (Fourez, 1997, p.133).

Nesse sentido, a situação problema tem por objetivo mobilizar conhecimentos para despertar o desejo de construir significados ao ensino alicerçado nas disciplinas escolares que participarão do projeto que será desenvolvido. Logo, devem ser abordados temas do cotidiano dos alunos. Dessa forma, a metodologia de IRI sob a abordagem de uma situação problema, visa desarticular a ênfase dada ao ensino puramente vinculado na disciplina escolar, objetivando abordar aspectos relacionados ao cotidiano dos estudantes, respaldados em conhecimentos científicos.

Para atingir os objetivos mencionados, Fourez (1997) apresenta uma metodologia, destacando algumas etapas que servem para delimitar o trabalho, alcançando assim, sua finalidade. Estas etapas são caminhos metodológicos com vistas a elaborar uma representação interdisciplinar de uma situação, integrando a contribuição de diversas disciplinas (Maingain, Dufour e Fourez, 2008). Para a construção da IRI, não é necessário seguir à risca as etapas propostas, pode-se modificar a ordem e incluir etapas a fim de adaptá-las de acordo com as especificidades do contexto e de cada situação problema abordada.

Fourez (1997) explica as etapas de construção de uma representação interdisciplinar a partir de um exemplo de situação problema vinculada a um projeto técnico para uma ferramenta: um ferro de passar roupa. O projeto seria

desenvolvido por acadêmicos de um curso de formação inicial de professores, os quais seriam os construtores da Ilha de racionalidade, indicada como um folheto explicativo para orientar vendedores de ferro de passar roupas. Nesse folheto os acadêmicos apresentariam informações técnicas e conceituais relacionadas com o ferro de passar roupas e seu processo de funcionamento. As etapas iniciam-se por:

1- Fazer um clichê da situação estudada: esta etapa pode ser comparada como uma problematização inicial. Para Fourez trata-se de um conjunto de representações (corretas ou erradas) que a equipe de investigação, professores e estudantes, tem sobre a situação problema. Para isso a equipe será interrogada em um *brainstorming*. Bettanin (2003), abordando a problemática: “Como realizar a instalação elétrica em uma residência?” traz alguns exemplos de questionamentos que podem ser realizados nesta etapa:

Por que se usa fio de cobre e não outros metais nas instalações elétricas? Como se consegue obter energia elétrica? Desde quando o homem usa energia elétrica em sua residência? Quais os efeitos do choque no organismo humano? Como proceder quando alguém leva um choque? Podemos usar fio da mesma espessura para a instalação de um chuveiro e de uma lâmpada? Como funciona uma usina hidrelétrica? A usina hidrelétrica provoca algum tipo de poluição ao meio ambiente? (Bettanin, 2003, p. 39).

2- Panorama espontâneo: etapa composta por seis ações (a. lista dos autores envolvidos; b. pesquisa de normas e condições impostas pela técnica; c. lista dos jogos de interesses e das tensões; d. listagem das caixas-pretas; e. lista de bifurcações e f. lista de especialistas e especialidades pertinentes). O autor define como caixa-preta aspectos técnicos, materiais ou conceituais, relacionados com a situação problema, passíveis de ser investigados pelos construtores da IRI. Considerando o ferro de passar roupas seriam possíveis caixas-pretas sobre a explicação do processo de aquecimento por efeito joule, a escolha da temperatura para cada tipo de tecido, formato da base do ferro, o material do qual é construído etc. Especificamente sobre o panorama espontâneo, Fourez (1997, p. 112) explicita que “trata-se de ampliar o contexto do clichê. Utiliza-se uma grade de leitura que permita realizar questões desprezadas durante a primeira etapa”.

3- Consulta aos especialistas e às especialidades: Esta etapa é um pouco mais longa que as vistas anteriormente, corresponde ao momento de

abertura das caixas-pretas, as questões para as quais a equipe não possui respostas e precisam consultar uma fonte segura de informação. Nesse caso, o especialista pode ser um pesquisador ou um artigo produzido por ele ou alguém que faz uso do conhecimento de forma técnica e que com a experiência, adquiriu especialidade. Assim, da listagem realizada na etapa anterior são selecionados alguns especialistas a ser consultados, considerando sempre, a situação problema, o projeto e a representação que se pretende construir com aqueles estudantes.

Consideramos importante ressaltar que a busca por especialistas e especialidades no processo de construção de uma IRI não significa uma dependência em relação aos especialistas e às receitas prontas. Tal fato é destacado por Fourez (1997) ao explicitar a necessidade de os sujeitos obterem conhecimentos para não se tornarem dependentes de receitas prontas, pois essa, não abre espaço para o diálogo, o que dificulta o processo de negociação. Assim, que todas as etapas para o desenvolvimento de uma IRI devem se basear no diálogo entre sujeitos envolvidos no processo

4- Ida à prática: Nesta etapa ocorre um confronto entre a própria experiência e a situação concreta, deixa-se de pensar teoricamente na situação problema para colocá-la em prática. Esta etapa pode ser abordada de várias maneiras: leitura de um artigo científico, entrevista com uma pessoa com reconhecida especialidade sobre o assunto, desmontagem de um equipamento, visita a uma indústria, dentre outras.

5- Abertura aprofundada de algumas caixas-pretas e descoberta de princípios disciplinares que formam a base de uma tecnologia: esta etapa caracteriza-se como um aprofundamento de determinado assunto discutido no projeto, presente na caixa-preta que foi aberta, é facultativa a busca por especialistas neste momento. A abertura das caixas deve estar relacionada ao contexto, aos produtores (professores e estudantes) e aos destinatários da IRI (geralmente estudantes e comunidade escolar). Neste momento, busca-se atingir alguns objetivos da ACT, como a autonomia dos sujeitos frente à questões científico-tecnológicas. Bettanin (2003) manifesta que questões de natureza cultural também constituem caixas-pretas passíveis de abertura.

Fourez (1997) considera como caixas pretas alguns conceitos que podem ser aprofundados, a partir dos quais os especialistas e especialidades

disciplinares podem, porventura, intervir ou contribuir para a construção do conhecimento. Para o autor, os especialistas são indivíduos que apresentam uma capacidade intelectual ou profissional reconhecida (como a química e a profissão de químico), ou um livro, ou artigos científicos sobre a questão, dentre outros.

6- Esquematização global da tecnologia ou da representação interdisciplinar: esta etapa consiste na elaboração de uma síntese da IRI, pode ser uma figura, um esquema ou um resumo que se possa construir uma representação teórica da situação.

7- Abertura das caixas-pretas sem a ajuda de especialistas: todo indivíduo se depara ao longo da vida com situações adversas, que exige dele uma tomada de decisão consciente acerca de situações concretas. Como nem sempre há especialistas disponíveis, deve-se incentivar os estudantes a construir representações interdisciplinares a fim de propiciar certa autonomia, possibilitando um posicionamento ativo para tomar atitudes sobre situações cotidianas. Construir seu esquema sem consultar um modelo ou indicar possibilidade para ampliar ou aprofundar a representação esquematizada.

8- Síntese da IRI produzida: nesta última etapa organiza-se de forma escrita ou oral a IRI desenvolvida durante o projeto. Fourez manifesta que a síntese produzida deve abranger algumas questões:

Em que medida o que nós estudamos nos ajuda a negociar com o mundo tecnológico enfocado? O que ganhamos em termos de uma certa autonomia dentro de um mundo científico-tecnológico e na sociedade em geral? De que forma os saberes obtidos nos ajudam a discutir com maior precisão as decisões a tomar? (Fourez, 1997, p.121).

Além disso, Fourez (1997) pontua que a representação proposta por ele pode ser denominada de Ilha de Racionalidade, citando uma metáfora em torno da qual tal conceito se constitui, trata-se de “uma ilha em meio a um oceano de ignorância” (Fourez, 1997). A analogia de Fourez pode analisada e interpretada de diferentes maneiras. Compartilhamos da mesma compreensão que Nicoletti (2017) manifesta acerca da analogia, ou seja, a ideia de ilha se configura como o conhecimento que o indivíduo possui, os saberes que ele possui domínio – seria a terra firme disponível. Enquanto o oceano de ignorância seriam as caixas

pretas, que se configuram como as informações que o indivíduo sabe que podem existir, no entanto não possui domínio, apenas incertezas.

A metodologia de IRI pode ser abordada nos diferentes níveis de ensino básico ou superior, e apresenta um ponto positivo que a diferencia das demais propostas com encaminhamento interdisciplinar, que são as etapas de execução. No entanto, cabe argumentar que segundo o autor elas não se configuram como uma “receita” pronta e acabada. Percebe-se que a discussão em equipe para seleção de caixas, a negociação no processo de abertura direciona o projeto e as etapas e dessa forma não pode ser considerado como prescritivo. Os questionamentos expressados pelo autor, configuram-se como sugestões, devendo ser considerados na execução da metodologia, o contexto em que será aplicado e as especificidades dos sujeitos envolvidos. Desta forma, deve-se analisar se as etapas sugeridas pelo autor podem ser seguidas na ordem, ou, se devem ser realizadas adaptações, modificações ou inserções, a fim de atender as necessidades da situação em estudo.

Fourez (1997) propõe a metodologia de IRI a fim de propiciar uma ACT, objetivando aos sujeitos um posicionamento crítico e autônomo com capacidade de dialogar com seus pares e tomar decisões conscientes acerca de questões do seu cotidiano.

1.2 Alfabetização Científica e Tecnológica

A ACT, surgiu no final do século XIX, como uma metáfora para a alfabetização. Naquele período, saber ler e escrever tornou-se fundamental, e todos encontravam uma certa vantagem, os patrões viam a possibilidade de obter mão de obra qualificada, e os empregados, vislumbravam certa emancipação (Fourez, 1997).

O ensino iniciou um processo de democratização e foi desta forma que a escola se tornou obrigatória, e que por muito tempo questionou-se qual o efeito desta “democratização” na educação. Sobre este ponto, o autor indaga: “*Os trabalhadores aprenderam a ler e escrever simplesmente para se tornarem bons consumidores, leitores de anúncios ou das instruções de seus empregadores? Ou, o conhecimento lhes deu acesso a uma emancipação social e cultural? (...)*” (Fourez, 1997, p. 17, tradução nossa).

Esses questionamentos propiciam importantes reflexões acerca da ACT. Durante muito tempo apenas saber ler e escrever era o indicativo para um sujeito ser considerado alfabetizado. No entanto, o objetivo da ACT vai muito além, pois é concebida como uma forma de propiciar com que os conhecimentos científicos e tecnológicos possibilitem certa autonomia aos sujeitos (Auler e Delizoicov, 2001; Chassot, 2003; Ruas, 2017). Uma pessoa alfabetizada é capaz de analisar de forma crítica as construções científicas e tecnológicas, e tomar decisões conscientes frente a esses assuntos.

No Ensino de Ciências a ACT tem como objetivo central promover a compreensão e o domínio da Ciência e da Tecnologia (CT), atreladas aos aspectos históricos, epistemológicos, políticos, econômicos, ambientais e éticos, oportunizando aos estudantes uma atuação responsável, crítica e cidadã em sociedade (Sasseron e Carvalho, 2016). Compreendemos, assim como essas autoras que a ACT pode ser concebida como uma alternativa para uma educação mais comprometida com a formação de sujeitos críticos com capacidade de tomada de decisões conscientes acerca de questões sociais. Também neste sentido, Chassot (2003) pontua que essa deve ser uma preocupação significativa no ensino fundamental, mas deve ser estendida ao nível médio e ao ensino superior, mesmo que cause arrepios em alguns.

Corroboramos com Chassot (2003), ao argumentar que a ciência é uma linguagem, logo, ser alfabetizado cientificamente é saber fazer uso da linguagem da natureza. Nesse caso, seria um analfabeto científico o indivíduo incapaz de realizar uma leitura crítica da realidade na qual está inserido. Essa leitura seria uma interpretação da sua realidade pautada em uma lente de emancipação e transformação, de forma que consiga entender as adversidades e desigualdades do contexto em que está inserido, e fazer uso da linguagem, concebida como elemento de luta, vislumbrando a transformação de sua realidade.

Nessa vertente, Fourez (1997) propõe um modelo para o trabalho interdisciplinar, concebendo-o não apenas como um processo didático, mas também epistemológico, com a possibilidade de proporcionar aos participantes uma ACT. Ele contempla todos os objetivos da ACT – quais sejam – a capacidade de tomada de decisões; capacidade de negociar e comunicar com os demais, bem como a de construir sua autonomia a partir dos conhecimentos científico-tecnológicos.

No contexto atual, de maneira progressiva, a ciência e a tecnologia desempenham um papel determinante na dinâmica social. Nas escolas, o cenário não é diferente, por este motivo, não se deve ignorar que a maioria dos aspectos da vida cotidiana estão relacionados com a ciência e a tecnologia. Isso enfatiza a necessidade de a educação seguir um encaminhamento diferente do atual, ou seja, abandonar o ensino tradicional, marcado pela transferência de informações vazias de significados, e apresentar conhecimentos que façam sentido para o estudante, pois estão vinculados aos aspectos do seu cotidiano. Isso seria um caminho, com vistas a possibilitar uma ACT.

A ACT proposta por Fourez (1997) baseia-se em uma estratégia de ensino desenvolvida em um duplo contexto, o pedagógico e epistemológico para abordar a construção de conhecimentos disciplinares relacionados ao Ensino de Ciências. Para Fourez (1997):

(...) uma alfabetização científica e técnica deve passar por um ensino de ciências em seu contexto e não como uma verdade que será um puro fim nela mesma. Alfabetizar técnico-cientificamente não significa que se dará cursos de ciências humanas no lugar de processo científicos. Significará sobretudo que se tomará consciência de que as teorias e modelos científicos não serão bem compreendidos se não se sabe o porquê, em vista de que, e para que foram inventados (Fourez, 1997, p.81, tradução nossa, grifos do autor).

Essa tomada de consciência de teorias e modelos científicos propiciada pela ACT permite aos sujeitos abandonar a postura de receptor passivo para adquirir certa autonomia no universo em que está inserido. Nesta vertente, a alfabetização pode ser compreendida em seu sentido amplo, como o defendido por diversos autores (Freire, 1980; Auler e Delizoicov 2001; Fourez, 1997). Estes pontuam que a ACT pode ser concebida em duas perspectivas, a reducionista e a ampliada. Na perspectiva reducionista ignora-se a existência de mitos que contribuem para uma leitura ingênua da realidade. Nesta perspectiva a ciência é considerada sacrossanta, na qual o conhecimento é apresentado como infalível sem oportunidades de debates e reflexões. Segundo os autores, na perspectiva reducionista se espera que os conteúdos “operem por si mesmos”, na perspectiva ampliada, eles são considerados pontes para a compreensão de temas sociais, ou seja, oportunizam uma leitura da realidade em que os sujeitos estão inseridos.

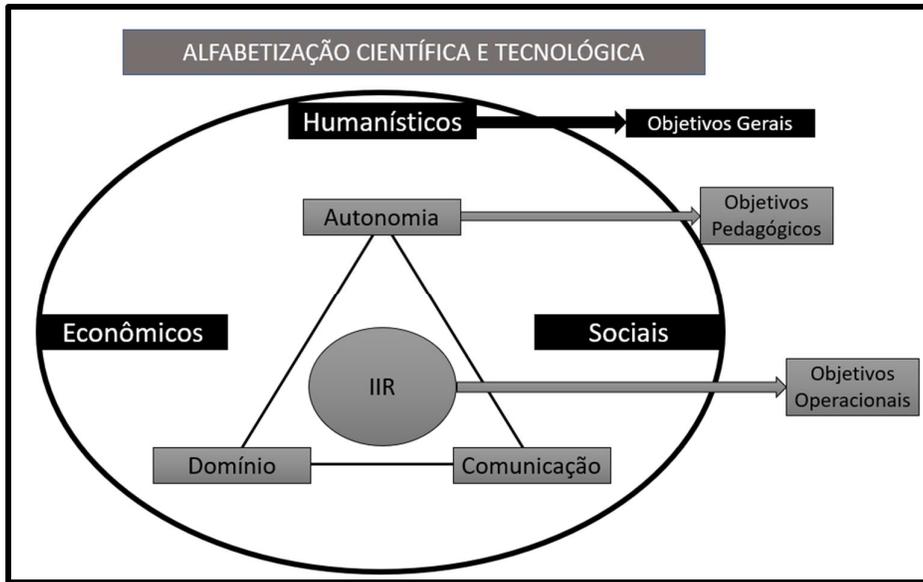
Neste trabalho, defendemos a perspectiva ampliada da ACT, pois nela considera-se um analfabeto científico o sujeito incapaz de realizar uma leitura do universo no qual está inserido (Fourez, 1997; Chassot, 2003). Assim, um sujeito seria:

(...) alfabetizado científica e tecnologicamente quando seus saberes promoverem uma certa autonomia (possibilidade de **negociar** suas decisões frente às pressões naturais ou sociais), uma certa **capacidade de comunicar** (encontrar as maneiras de dizer), e um **certo domínio e responsabilidade**, frente a situações concretas. (Fourez, 1997, p. 62, tradução nossa, grifos do autor).

A explicitação do autor destaca a importância da perspectiva ampliada para ACT como promotora de autonomia que favoreça a comunicação de decisões que indiquem domínio de conhecimento e ação responsável frente a situações concretas. Nesse sentido, considera-se importante que o professor, ao objetivar a ACT, tenha a consciência destas duas perspectivas a fim de definir seu objetivo e entender quais passos deverão ser dados para atingi-lo. Caso contrário, corre-se o risco de perpetuar uma postura fatalista e uma percepção ingênua da realidade, fatores que vão contra a essência da ACT defendida por Fourez (1997).

Em relação a promoção da autonomia, capacidade de comunicação, domínio e responsabilidade, destacado por Fourez (1997) como objetivos a se alcançar ao promover a ACT, destacamos a compreensão de Pinho Alves (2021). O autor estabelece uma relação entre os objetivos da ACT e a IRI, como exposto na figura 1, a seguir:

Figura 1: Os objetivos da ACT e a IRI



Fonte: Pinho Alves (2021, p. 88).

Segundo Pinho Alves (2021) Fourez propõe na ACT três blocos de grandes objetivos gerais, quais sejam: os humanísticos, sociais e econômico/políticos. A cada um desses são apresentadas características para explicitar o desejado. Logo, os objetivos sociais buscam minimizar o sentimento de impotência frente a CT e ampliar os conhecimentos para potencializar a tomada de decisão dos indivíduos frente a situações cotidianas. Os humanísticos relacionam-se a dimensão histórica e epistemológica do conhecimento científico. E, os objetivos econômico/políticos¹, “*que por si só, dão a dimensão de sua finalidade, como as relações políticas e o sistema produtivo da sociedade moderna para promover melhores condições de vida a uma nação*”. (Pinho Alves, 2021, p. 88-89).

Quando esses objetivos são levados à instância de planejamento escolar, nos encontramos com as intenções pedagógicas, que neste rumo possibilitam orientar ações educativas mais amplas para a dinâmica de sala de aula (Pinho Alves, 2021). Eles são atributos individuais a serem desenvolvidos, como: a *autonomia*, a *comunicação* e o *domínio*. A *autonomia* possibilita aos sujeitos representar ou construir modelizações de situações com base em

¹ Sobre os objetivos econômico/políticos é válido destacar que Fourez estava inserido em um país de primeiro mundo (com uma economia fortalecida e uma população com indicadores sociais elevados) portanto, esta é a relação concebida por ele.

conhecimentos científicos, tomar decisões perante problemas concretos, buscar informações sobre a situação antes de tomar decisões, aprimoramento do pensamento crítico² etc. A *comunicação* permite o aprimoramento do senso crítico, permitindo o embasamento dos argumentos com emprego de termos científicos, a oposição ou aceitação consciente de receitas e prescrições, bem como a capacidade de dialogar com seus pares e/ou com especialistas, com adequada compreensão. No campo do *domínio*, proporciona o desenvolvimento de atributos como a segurança nas decisões, a capacidade de relacionar conhecimentos de diferentes disciplinas para construir à solução de uma situação-problema, o desenvolvimento do pensamento crítico, dentre outras. Além disso, *“um sujeito alfabetizado científica e tecnologicamente, será alguém que, ao invés de receber passivamente as normas ou as coisas, negociará com elas”*. (Fourez, 1997, p. 75). Além disso, concordamos com Fourez (1997) quando destaca que a aprendizagem de realizar negociações é essencial para desenvolver a autonomia frente ao mundo técnico e científico em que vivemos. (Fourez, 1997).

Objetivando o desenvolvimento dessas intenções pedagógicas no contexto de sala de aula, Fourez (1997) destaca a contribuição da metodologia de IRI que se trata de construir, frente a um projeto, uma modelização, indispensáveis nas práticas concretas. Essa modelização é construída após a vivência das etapas da metodologia de IRI.

A proposição desta metodologia é realizada por Fourez (1997) para desenvolver nos indivíduos uma ACT. O autor pontua nove critérios que considera necessários para estar alfabetizado científico tecnologicamente, sendo que os dois primeiros preconizam o bom uso dos especialistas e o bom uso das caixas pretas, quais sejam: 1- O bom uso dos especialistas, 2- o bom uso das caixas pretas, 3- o bom uso de modelos simples, 4- ousar e a invenção de modelos interdisciplinares: as ilhas de racionalidade, 5- o bom uso de metáforas e comparações, 6- o bom uso das traduções, 7- o bom uso da negociação, 8- o bom uso da articulação entre saberes e decisões e 9- o bom uso dos debates técnicos, éticos e políticos.

² A conceituação de pensamento crítico abordada está embasada em Halpern (2003), o qual conceitua pensamento crítico como uma classe de pensamento que está direcionada para a resolução de problemas, testar hipóteses, calcular probabilidades e tomada de decisão.

Com base na nossa compreensão dos critérios apresentados por Fourez (1997) inferimos que ao objetivar a ACT não se deve resumir os estudantes a um ensino onde só há a recepção mecânica de informações, mas deve-se priorizar a participação ativa de cada sujeito e do coletivo que compõe o contexto escolar. Assim, percebemos que é a partir de situações concretas e ações interdisciplinares que o caráter ativo e coletivo do processo de construção de conhecimentos na escola se edifica.

Nesta nuance, Fourez (1997) destaca que o objetivo da ACT não deve ser um compilado de conhecimentos particulares, mas um conjunto global que permita ao indivíduo orientar-se e compreender-se no e o universo. É nesse sentido que o autor salienta que o indivíduo alfabetizado deixaria de ser um receptor passivo para se tornar um indivíduo com certa autonomia no mundo científico e tecnológico e que para isso uma alternativa seria uma formação científica pautada em dois objetivos. O primeiro relaciona-se a capacidade construir ilhas de racionalidade e o segundo em possibilitar com que os estudantes internalizem um certo número de ilhas de racionalidade em torno de temas escolhidos com o objetivo de formar alunos alfabetizados científica e tecnologicamente.

1.3 ACT para qual formação docente?

A tendência de ensino tecnicista predominante em meados de 1960 até o início de 1980, teoricamente, desvelou nos cursos de formação de professores problemas como: o tratamento neutro, científico e universal dos componentes curriculares; a dicotomia entre teoria e prática; a fragmentação do conhecimento disciplinar e do escolar e o distanciamento entre as realidades escolar e social (Nascimento, Fernandes e Mendonça, 2010). Neste cenário, diversos autores (Krasilchik, 1987; Giroux, 1992, 1997; Chassot, 2003; Auler, 2011, 2018) explicitam que o papel do professor nesse contexto tecnicista, foi reduzido para o de um mero executor de tarefas, planejadas, produzidas e controladas por outros, em outros âmbitos, diferentes daqueles nos quais serão aplicados. Estas tarefas destinadas ao professor, tem por objetivo preparar os estudantes para a

memorização de informações científicas e estão alicerçadas no pressuposto da disciplinaridade científica que propiciou a formação de currículos fragmentados e a especialização de saberes, de materiais didáticos e da formação docente (Vianna, 2004).

Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010) argumentam que a partir dos anos de 1970, pesquisadores e especialistas em educação iniciaram um movimento de crítica acerca da formação oferecida aos professores até aquele momento, originando um movimento de rejeição aos enfoques técnico e funcionalista. Nesta perspectiva, cabia aos professores, buscarem na prática educacional, dialogar com os estudantes acerca das adversidades presentes na sociedade, desvelando as relações entre opressores e oprimidos por meio da construção de um trabalho de conscientização e politização, o qual sinalizaria uma luta por uma educação justa e igualitária (Vianna, 2004). No entanto, as práticas educativas que visavam uma educação crítica e politizada, não foi aceita pelo regime autoritário vigente no país (Nascimento, Fernandes e Mendonça, 2010).

As discussões sobre a formação de professores ocorridas na primeira metade da década de 1980, tratavam sobre a necessidade de os professores se conscientizarem sobre a função da escola na transformação da realidade social dos estudantes. “*Os cursos de licenciatura em ciências deveriam, portanto, formar educadores, ressaltando assim a primazia do ato de educar sobre o ato de ensinar*” (Nascimento, Fernandes e Mendonça, 2010, p. 236). Neste cenário, a figura do educador sobressai à do especialista ou facilitador de aprendizagem, pois dele é solicitada uma atuação diferenciada, pautada não apenas nas necessidades formativas dos estudantes, mas também em aspectos políticos e sociais. Isso destaca a necessidade de uma modificação nos cursos de formação inicial, tal como identificados em muitas instituições de ensino superior.

As investigações sobre formação docente desse mesmo período apresentavam críticas ao processo formativo inicial e continuado e à atuação do professor, mas não evidenciavam seus aspectos determinantes nem sugeriam possíveis alternativas para buscar a superação dos problemas detectados. Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010), sinalizam que a falta de contribuição para a compreensão de aspectos determinantes para a formação de professores e superação dos obstáculos detectados naquele período, se deu

pela ausência do viés sociopolítico-econômico para a formação de professores de ciências.

Tempos depois, buscando superar algumas limitações no âmbito da formação docente, as discussões sobre formação de professores passaram a incorporar a relação teoria-prática, fato recorrente até o momento, segundo nosso ponto de vista. Desta forma, a formação docente passou a ser vista por uma lente multidimensional, ressaltando a urgência na integração das dimensões humana, técnica e político-social. Assim,

(...) surgiram severas críticas aos currículos dos cursos de formação docente, pois estes continuavam apoiados na ideia de acúmulo de conhecimentos teóricos para posterior aplicação no âmbito da prática, sendo esta visão coerente com a lógica da racionalidade técnica, segundo a qual a atividade profissional consistiria na resolução de problemas instrumentais por intermédio da aplicação da teoria e da técnica científicas. (Nascimento, Fernandes e Mendonça, 2010, p. 236).

A formação docente tecnicista reforça a proletarização do trabalho docente, como criticado por Giroux (1992, 1997). Nela, o conhecimento pedagógico relevante é aquele que determina quais os meios mais eficientes para cumprir alguma finalidade pré-determinada, ou, como argumenta Contreras (2012, p. 106) *“aquele que se pode apresentar como técnica ou método de ensino”*. Neste cenário, os professores são tidos como *“experts de ensino”*, no entanto, não dispõem de conhecimentos necessários para a elaboração de métodos de ensino, apenas para sua aplicação. Assim, seu papel é diminuído ao de técnico, operacionalizando a aplicação de métodos desenvolvidos por pesquisadores.

Desta forma, nota-se *“a hierarquização entre pesquisadores e técnicos, supondo uma dependência dos segundos em relação aos primeiros”* (Contreras, 2012, p. 106). Portanto, os professores não apenas colocam-se em uma posição de dependência de um conhecimento que não elaboram, mas também em relação a sua finalidade, no entendimento do autor. Tal fato é preocupante, pois nestas circunstâncias não são considerados os contextos que podem alterar as finalidades da aplicação de um determinado conhecimento, logo, pode-se incorrer no erro de compreender os fins como estáveis e bem definidos.

Diniz-Pereira (2007; 2014) destaca que modelos tradicionais de ensino, que concebem a educação escolar como a simples transmissão de conhecimentos, concepção bastante criticada por Paulo Freire, denominada por ele de educação bancária, são introjetados no período da formação inicial. O autor pontua que esta abordagem é difícil de ser rompido, no discurso e na prática docente, mas não é impossível.

A busca por meios de superar estes e outros obstáculos, fizeram com que nos últimos quarenta anos, no Brasil, a formação de professores tenha se tornado objeto de pesquisas acadêmicas. A procura por entender o cenário da formação docente possibilitou com que esta linha tenha se constituído como um importante foco das políticas educacionais (Diniz-Pereira, 2007; 2014; Gatti, 2016; Auler, 2018; Contreras, 2012; Freitas e Queirós, 2019; 2020).

Diniz-Pereira pontua a necessidade de pesquisa que analisem os impactos da formação inicial na educação escolar.

Precisamos de pesquisas que avaliem as repercussões na escola e na sala de aula de programas de formação docente que consigam romper com o modelo da racionalidade técnica. Daí a pergunta: qual o papel desses programas na construção de uma identidade profissional diferenciada dos educadores? Como tal identidade é confrontada com as diferentes realidades da escola? (Diniz- Pereira, p. 88, 2007).

O autor evidencia que, o discurso neoliberal busca minimizar o impacto da formação inicial sobre a prática docente. E, apresentam propostas, cursos aligeirados de formação inicial, semipresenciais ou a distância *“O que se pretende com essa iniciativa é a desregulamentação dos cursos e programas de formação inicial” de professores*. (Diniz-Pereira, p.88, 2007).

Tais questões repercutem diretamente na prática docente. O autor pontua que enquanto vigorar exclusivamente os cursos de atualização, e outros, *“o impacto dessa formação sobre a escola e/ou a sala de aula, provavelmente, não será bastante significativa”* (p.88). O ideal seriam programas de formação continuada que concebesses a escola enquanto um campo de produção de saberes, e que possibilitassem com que os educadores atuem enquanto investigadores de suas próprias práticas, analisando de forma bastante crítica, o que acontece no cotidiano da escola e da sala de aula (Diniz-Pereira, 2007).

(...) precisamos romper com a concepção da escola “apenas” como um espaço para se ensinar. Temos que passar a enxergar esse espaço como local de produção de conhecimentos e saberes; um local onde identidades individuais e sociais são forjadas, onde se aprende a ser sujeito, cidadão crítico, participativo – atuante em sua comunidade – e responsável (Diniz-Pereira, 2007, p. 89).

Compreendemos que é essa concepção de escola que deve pautar abordagens metodológicas pautadas na interdisciplinaridade e que visem proporcionar a ACT aos estudantes. Desta forma, tem-se possibilidades para romper com a racionalidade técnica, possibilitando a disseminação de conhecimentos científicos que poderão ser aplicados no contexto social.

Tal fato tornou-se bastante discutido a poucos anos atrás. O ano de 2020, foi marcado por muitas transformações decorrentes da pandemia do coronavírus, evidenciando diversas crenças e compreensões envolvendo a Ciência, a Tecnologia e a importância do conhecimento científico. Segundo Lorenzetti (2021) tais crenças apresentavam dois aspectos: de um lado evidenciava o negacionismo da Ciência, e de outro, a esperança na Ciência, com a produção de uma vacina eficaz no combate ao vírus.

Os aspectos explicitados fizeram com que Lorenzetti (2021) pontuasse a ACT como um dos eixos emergentes da pesquisa em Educação em Ciências no Brasil. Corroboramos com o autor, e argumentamos que a metodologia IRI (Fourez, 1997) se encaminham como uma possibilidade para oportunizar a formação de indivíduos alfabetizados científico e tecnologicamente.

A abordagem didática desta metodologia destaca a necessidade de possibilitar aos professores e estudantes vivenciar uma educação que possa ser estendida para a vida, propiciando uma leitura crítica da realidade. Neste sentido, possibilita entendermos o Ensino de Ciências como forma de enxergar a realidade e de agir sobre ela, com o intuito de transformá-la, ao possibilitar uma tomada de decisão crítica sobre assuntos de caráter social.

Para concretizar esse Ensino de Ciências consideramos necessário tecer reflexões acerca de como ele é contemplado na formação de professores e como contribui para que o ensino em sala de aula revele a realidade.

Nossas maneiras de ensinar as ciências estão centradas em teorias e modelos interessantes para os alunos? Nossos cursos de ciências não são às vezes uma maneira de fazê-los entrar no mundo dos cientistas

mais do que uma forma de ajudá-los a explorar seu próprio mundo? (Fourez, 1997, p. 63, tradução nossa).

As reflexões apresentadas pelo autor nos ajudam a construir compreensões sobre possíveis encaminhamentos para o Ensino de Ciências e a formação de professores de ciências. Estão no mesmo sentido de reflexões que salientam que a racionalidade técnica ainda molda o processo formativo e a prática docente (Giroux, 1992, 1997; Santos e Mortimer, 2002; Auler, 2011, 2018). Elas trazem à tona a necessidade de realizar uma reflexão crítica desse processo formativo da prática docente, explicitando que é necessário assumir um caráter mais transformador e menos técnico, pautado em ações que possibilitem aos professores e seus futuros estudantes compreenderem que os conhecimentos adquiridos na escola podem e devem ser levados para seus extramuros.

Concebemos que um Ensino de Ciências para ultrapassar os muros da escola, precisa ser pensado para fomentar uma ACT, tal como proposto pela metodologia de IRI (Fourez, 1997). Ele possibilitaria uma tomada de consciência de teorias e modelos científicos permitindo aos estudantes abandonar a postura de receptor passivo para adquirir certa autonomia no universo em que está inserido. Esse ponto de vista nos possibilita a compreensão de que *“(...) a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. (...) Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto.”* (Freire 1980, p.111).

Desta forma, a aproximação com o contexto promovido pela ACT pode ser uma rota de fuga da abordagem conteudista, a partir da qual o conteúdo científico é ensinado sem o objetivo claro de explicar o porquê. Entretanto, é importante ressaltar que uma abordagem pautada na ACT ou na interdisciplinaridade, não implica que o professor, em sala de aula, esteja colocando o conhecimento disciplinar escolar ou conteúdo científico em segundo plano. Metodologias com tais vieses não implicam em um abandono do processo de ensino de um conhecimento científico específico em troca por outro.

Tais abordagens, solicitam que o professor vá além, pois deve primar pela integração entre os conteúdos científicos, conhecimentos disciplinares e aqueles inerentes da experiência humana. Ele precisa estabelecer uma relação

entre teoria e prática, pois *“a reflexão crítica sobre a prática se torna uma exigência da relação Teoria/Prática sem a qual a teoria pode ir virando blábláblá e a prática, ativismo”* (Freire, 1987, p. 22).

Para tanto, o Ensino de Ciências necessita de uma organização metodológica para se alcançar os objetivos da ACT. Isso não ocorrerá por meio de abordagens metodológicas, sem uma organização e estudo prévio. É necessário perceber as especificidades dos estudantes envolvidos no processo, e tratar o conhecimento científico de modo com que os educandos tenham a capacidade de construir sua autonomia e serem capazes de uma tomada de decisão consciente, frente a assuntos que envolvam ciência e tecnologia. Mas, como possibilitar tais aspectos? Fourez (1997) pontua a metodologia de IRI, como uma possibilidade. No entanto, para que tal fundamentação se consolide é necessário realizar reflexões acerca de sua conceituação, e pesquisas envolvendo a formação docente tanto inicial quanto continuada, o direcionamento dado a estas refletem diretamente o trabalho docente em sala de aula.

Deste modo, as discussões realizadas nortearam a primeira etapa desta pesquisa em que realizamos uma análise de pesquisas que abordam a metodologia de IRI na/para a formação de professores de ciências, tendo como questão de pesquisa compreender o que é isso que se mostra nessas pesquisas. Neste viés, os próximos capítulos constituem o percurso metodológico de análise e os resultados emergentes.

CAPÍTULO 2

Operar entre caos e ordem é mergulhar na intensidade dos fenômenos, explorando sua profundidade pelo envolvimento e participação intensa. (Moraes e Galiazzi, p. 244, 2016).

2 CAMINHO METODOLÓGICO

A constituição de dados foi realizada no site da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações³ (BDTD), a partir dos termos “Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade” e “Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar”, utilizando como recorte temporal o período 2009-2020. Como resultado obtivemos 20 trabalhos, dos quais, a partir da leitura dos títulos, palavras-chave e resumos foram excluídos quatorze trabalhos, pois não apresentavam discussões referentes à formação de professores de ciências, que é a linha de interesse.

Após a leitura do título, das palavras-chaves e resumo, selecionamos seis trabalhos que atendiam aos critérios de inclusão, ou seja, abordavam a metodologia de IRI, mesmo que essa metodologia não fosse o principal foco de pesquisa dos autores; e apresentavam elementos para fomentar a reflexão sobre a formação de professores de ciências. Além disso, dentre esses seis trabalhos encontra-se uma pesquisa que envolve a formação de assessores pedagógicos (Strefezza, 2020). Consideramos a análise deste trabalho, que abrange várias áreas de conhecimento, além do e Ensino de Ciências, pois abordamos uma nuance interdisciplinar neste estudo. Além disso, compreendemos relevante realizar a análise de um trabalho que teve como sujeitos de pesquisa autores que possuem como parte de sua função prover formações continuadas aos professores.

Assim, os trabalhos que utilizamos como objeto de estudo nesta pesquisa, seguem explicitados no Quadro 1:

³ Utilizamos como foco de análise os trabalhos finais dos Programas de Pós-Graduação.

Quadro 1: Trabalhos analisados que abordam a metodologias de IRI na formação de professores de ciências.

	Título	Tipo	Autoria
T1	Inserção da interdisciplinaridade na formação de licenciandos em física.	Tese	Lisboa (2017)
T2	Interdisciplinaridade, problematização e contextualização: a perspectiva de um grupo de professores em um curso de formação.	Tese	Ruas (2017)
T3	A interdisciplinaridade em diferentes contextos educacionais: contribuições para o ensino de biologia	Tese	Nicoletti (2017)
T4	Construção de ilha de racionalidade baseada na temática formigas: uma experiência para professores de ciências em formação inicial.	Dissertação	Costa (2019)
T5	Alfabetização científica e tecnológica na formação inicial de professores de química.	Dissertação	Oliveira (2019)
T6	As ilhas interdisciplinares de racionalidade na formação continuada de assessores pedagógicos: uma proposta interdisciplinar para o ensino de temas socioambientais	Dissertação	Strefezza (2020)

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Os seis trabalhos identificados foram analisados via ATD, a qual constitui uma metodologia de análise de dados, que nos últimos anos vem sendo cada vez mais utilizada em pesquisas qualitativas da área de ensino. Ela baseia-se em um processo emergente de construção de compreensões, que são validadas em formas de produções escritas (Moraes e Galiazzi, 2016).

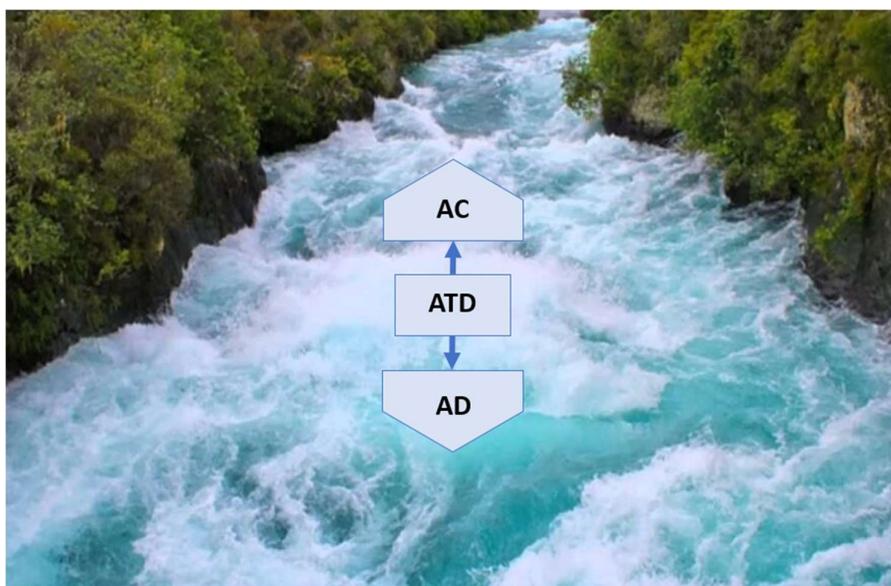
2.1 Análise Textual Discursiva (ATD)

A ATD, segundo Moraes e Galiazzi (2016) encontra-se localizada entre os extremos da análise de Conteúdo (AC) e Análise de Discurso (AD). Para os autores ambas as metodologias podem ser compreendidas dentro de um mesmo eixo, e que as diferenças se concretizam em graus de intensidade.

Nesta perspectiva, consideram seis diferentes extremos das polarizações entre AC e AD, para analisar o direcionamento que a ATD pode assumir em ambos. Os seis polarizadores, conjunto de características em pares, apresentadas pelos autores são: descrição e interpretação; compreensão e crítica; leitura do manifesto ou latente; pressupostos em fenomenologia, hermenêutica e etnografia x dialética; partes e todo e teorias emergentes e a priori. Após explorar estas seis nuances, Moraes e Galiazzi (2016) pontuam que essas dimensões de análise possuem finalidades e objetivos dentro da pesquisa. Ou seja, não se excluem, contribuem para ampliar a nossa compreensão sobre o fenômeno investigado.

Sobre esta questão os autores apresentam uma metáfora bastante interessante, como apresentado na Figura 2, abaixo.

Figura 2: AC e AD em um continuum de características polarizadas.



Fonte: adaptado de Moraes e Galiazzi (2016, p. 163).

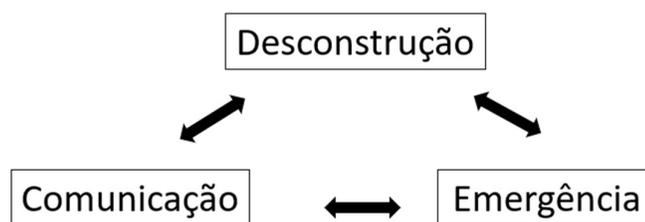
Moraes e Galiazzi (2016) pontuam que AC e AD podem ser entendidas como um exercício de movimentar-se em um rio. Nesta perspectiva, a AC se assemelha a deslocar-se a favor da correnteza, enquanto a AD configura-se em ir contra o movimento da água. Nesta perspectiva, é importante descer o rio, outras vezes o importante é subi-lo, em outros momentos interessa explorá-lo em profundidade. Logo, segundo Moraes e Galiazzi, a ATD iria ao fundo do rio, a fim de tecer compreensões profundas acerca do fenômeno investigado. Por exemplo, na etapa de análise das unidades de significado, que será descrita mais a diante, a interpretação não se deu apenas pelo que estava explícito no texto, mas também pelo movimento de análise das características implícitas. Entretanto, é válido ressaltar que essas características estão diretamente marcadas pela historicidade da pesquisadora e pelo seu olhar para com o corpus em análise.

A metodologia da ATD apresenta como uma de suas especificidades o desenvolvimento de um processo interpretativo com ênfase na hermenêutica. Trata-se de uma abordagem metodológica que busca analisar qualitativamente as informações por meio da descrição e da investigação do fenômeno, a fim de compreendê-lo. Sobre a fenomenologia Moraes e Galizzi pontuam que:

A fenomenologia fundamenta-se no encontro entre a consciência e a materialidade, a partir do qual só tem sentido falar de um mundo com base nos fenômenos apresentados à consciência. (Moraes e Galizzi, 2016, p. 22).

A ATD pode ser compreendida por meio de quatro movimentos principais, a desmontagem de textos, estabelecimento de relações, captando um novo emergente e um processo auto-organizado. Sendo que os três primeiros compõem um ciclo como apresentado na figura 3.

Figura 3: Ciclo da análise Textual Discursiva



Fonte: Moraes e Galiazzi (2016, p. 63).

Sobre o primeiro movimento de análise, os autores destacam que a desmontagem de textos “*também denominado de processo de unitarização, implica examinar os textos em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de produzir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados*” (MORAES e GALIAZZI, 2016, p. 33). Os autores pontuam ainda que o primeiro movimento pode ser compreendido como o movimento para o caos.

Este movimento para o caos também pode ser interpretado como o ato de desfazer amarras anteriormente estabelecidas entre conceitos e categorias referentes aos fenômenos estudados. É desestruturar ideias existentes jogando o material para o inconsciente. Nisso seria implícita a crença de que, por esse processo, criam-se as condições para a emergência de novas relações entre os elementos unitários dos fenômenos investigados, assim como entre outros elementos pertinentes do inconsciente (Moraes e Galiazzi, 2016, p. 64).

Neste sentido, no primeiro movimento de análise, o material (teses e dissertações) foi lido na íntegra de maneira a selecionar trechos que parecessem pertinentes ao fenômeno investigado, esses trechos configuram-se como as unidades de significado. Na figura 4, apresentamos o processo de fragmentação realizado em nossa análise.

Figura 4: Processo de fragmentação do corpus – Unitarização.

Podemos entender, diante dos referenciais apresentados, que o objetivo da ACT norteia uma forma de empoderar os cidadãos com o conhecimento científico, tornando-os capazes de compreender questões que envolvam esse conhecimento, podendo ser cidadãos ativos perante situações que ocorrem na sociedade. Temos a compreensão de que a finalidade da ACT deve ser capacitar os cidadãos para que possam utilizar o conhecimento científico, entre os demais conhecimentos que possui, como fonte de reflexão e compressão dos acontecimentos que ocorrem na sociedade, posicionando e agindo diante deles.

Mas, nesse momento, podemos nos questionar: qual seria a contribuição da ACT para o Ensino de Química? De fato, ao pensarmos em mudanças no sistema educacional, compreendemos que devem ser sempre para a melhoria do ensino. E para que possamos compreender como a ACT pode vir a contribuir para o Ensino de Química, precisamos saber muito mais do que sua finalidade. Precisamos articular as especificidades do conhecimento químico com as possíveis habilidades promovidas por meio da ACT.

Fonte: Trecho extraído de Oliveira (2019), após unitarização.

É válido destacar que esse é um processo bastante particular, ou seja, depende do fenômeno investigado e do pesquisador, pois cada sujeito tem uma historicidade que influencia na escolha dos fragmentos que apresentam pertinências ao contexto e ao foco do estudo. Após a seleção das unidades de significado, é desenvolvido um código. No caso dessa pesquisa o código foi elaborado com base aos trabalhos (T1, T2, T3, T4, T5 e T6) apresentados anteriormente no Quadro 1, seguido das unidades de significado selecionadas em cada trabalho. Desta forma, quando apresentamos a unidade de significado codificada como T1U1, significa que se trata do Trabalho 1 e unidade de significado 1. A etapa de codificação é realizada para que se possa retornar ao material original com mais facilidade, sempre que for necessário. Em seguida, se elaboram palavras-chave, e a partir desta se constrói um título. É válido destacar que a elaboração do título, a partir da palavra-chave, se dá apenas pela observação delas. Logo, neste primeiro momento de análise já se tem a atuação do pesquisador como autor das compreensões construídas pelo processo de análise. Na figura 5, é apresentado um esboço do processo descrito.

Figura 5: Processo de elaboração de palavras-chave e títulos a partir das unidades de significado.

Código	Unidade de significado	Palavras-chave	Título
T2U7	Podemos entender, que o objetivo da ACT norteia uma forma de empoderar os cidadãos com o conhecimento científico, tomando-os capazes de compreender questões que envolvam esse conhecimento, podendo ser cidadãos ativos perante situações que ocorrem na sociedade.	ACT, empoderar os cidadãos, conhecimento científico, sociedade.	A ACT pode promover o empoderamento de cidadãos para serem atuantes na sociedade fazendo uso de conhecimentos científicos.

Fonte: Elaborada pelas autoras.

Após a elaboração dos títulos, dá-se início a um movimento de aproximação. Logo, os títulos são analisados de maneira a agrupar aqueles que apresentam discussões semelhantes, esse agrupamento é destacado, neste caso, por meio de cores distintas nas células. Por exemplo, os títulos que abordam a formação de professores de ciências, teve a célula colorida de vermelho, os títulos que abordam a importância da ACT tiveram a célula colorida de azul, e assim sucessivamente.

Nesse movimento de agrupamento de títulos que se assemelham vão emergindo as categorias iniciais, sendo que para cada categoria inicial tem-se um conjunto de unidades de significado. Com o objetivo de atribuir um título para essas categorias iniciais, é realizada a leitura dessas unidades selecionando palavras-chave, e em seguida é construído um argumento parcial para cada categoria inicial, com o objetivo de apresentar as discussões manifestadas.

Em seguida, por meio de um novo movimento de aproximação entre as categorias iniciais emergem as categorias intermediárias. E, para cada categoria intermediária é construído um argumento. O último movimento de análise refere-se à constituição das categorias finais, por meio da aproximação das categorias intermediárias. Desta forma, assim como realizado nos movimentos anteriores, para cada categoria final é construído um argumento, neste caso um argumento aglutinador, que é *“empregado para costurar as diferentes categorias entre si na expressão da compreensão do todo”* (Moraes e Galiazzi, 2016, p. 51). Os autores destacam ainda que, *“este processo é por natureza recursivo, exigindo crítica permanente dos produtos parciais no sentido de uma explicitação cada vez mais completa e rigorosa de significados construídos e da compreensão atingida”* (p. 51-52).

Após a etapa de estabelecimento de relações, dá-se início ao terceiro momento da ATD que se configura como um exercício de comunicação das compreensões emergentes e que foram tecidas pelo pesquisador neste percurso. Estas compreensões são manifestadas em forma escrita, o metatexto, que está ancorado nas unidades de significados, categorias e teóricos emergentes e as compreensões construídas pelo pesquisador no processo de análise. Moraes e Galiazzi pontuam que:

Todo o processo de Análise Textual Discursiva volta-se à produção do metatexto. A partir da unitarização e categorização constrói-se a estrutura básica do metatexto. Uma vez que construídas as categorias, estabelecem-se pontes entre elas, investigam-se possíveis sequências em que poderiam ser organizadas, sempre no sentido de expressar com maior clareza as intuições e compreensões atingidas. Simultaneamente, o pesquisador pode ir produzindo textos parciais para as diferentes categorias que, gradativamente, poderão ser integrados na estruturação do texto como um todo. (Moraes e Galiazzi, p. 54-55).

Sobre o processo de construção de metatextos os autores destacam que estes podem ser produzidos, com ênfase na descrição ou na interpretação, na busca por atingir diferentes objetivos de análise. Ou seja,

Alguns textos serão mais descritivos, mantendo-se mais próximos do “corpus” analisado. Outros serão mais interpretativos, pretendendo um afastamento maior do material original num sentido de abstração e teorização mais aprofundado. (Moraes e Galiazzi, p. 54)⁴.

Sobre essas duas vertentes, os autores pontuam ainda que em qualquer dessas formas, a produção escrita na ATD está caracterizada pela sua permanente incompletude e constante crítica. Trata-se de um processo reiterativo de escrita com o objetivo de atingir uma compreensão mais profunda e clara. (Moraes e Galiazzi, 2016).

O quarto momento de análise, denominado processo auto-organizado, envolve todos os momentos anteriores, trata-se do momento em que emergem as compreensões.

Esse processo em seu todo é comparado a uma tempestade de luz. Consiste em criar condições de formação dessa tempestade em que, emergindo do meio caótico e desordenado, formam-se flashes fugazes de raios de luz sobre os fenômenos investigados, que por meio de um esforço de comunicação intenso, possibilitam expressar as compreensões alcançadas ao longo da análise. (Moraes e Galiazzi, 2016, p. 34-35).

Nessa perspectiva, a análise das teses e dissertações, esteve orientada pelos pressupostos teórico metodológicos explicitados. Cabe destacar que o processo de análise esteve pautado por categorias emergentes. Além disso, foi utilizado o documento de Excel, para proceder as categorizações. O Quadro 2, apresentando abaixo, sintetiza o processo de categorização realizado.

⁴ É válido destacar que na construção dos metatextos que compõem esta tese nos aproximamos do caráter interpretativo.

Quadro 2: Processo de categorização.

Cat. Inicial	Argumento da Cat. Inicial	Cat. Intermediária	Argumento da Cat. intermediária	Cat. Final	Argumento da cat. final
(I) Dificuldades para a implementação da ACT (46)	A principal dificuldade para promover a ACT está em superar práticas e abordagens tradicionais de ensino.	(I + III) A metodologia de IRI na formação de professores de ciências: a necessária abordagem da ACT (109).	A metodologia de IRI deve vislumbrar a ACT pela sua característica humanista e transformadora, objetivando possibilitar aos sujeitos o reconhecimento da importância do seu papel na sociedade, bem como da potencialidade de sua voz em questões de caráter social. para possibilitar a formação de um sujeito alfabetizado científica e tecnologicamente. Para tanto, é necessário que a formação docente esteja fundamentada em um viés que se aproxime da essência da ACT, ou seja, deve estar pautada em uma perspectiva crítica, emancipatória e transformadora.	(I+II+III+IV+V+VI+VII) Nuances compreensivas na metodologia de IRI: a formação crítica, a problematização e a ACT como possibilitadoras da emancipação (283)	A metodologia de IRI pautada em uma perspectiva transformadora ancorada na ACT possibilita o uso dos conhecimentos científico-tecnológicos aprendidos no contexto escolar para a resolução de problemas concretos. Além disso vinculado ao viés problematizador possibilita a leitura crítica da realidade tencionando uma formação crítica com vistas ao empoderamento dos indivíduos, possibilitando com que reconheçam a potencialidade de sua atuação como cidadãos e que possuem o direito de buscar subsídios e recorrer para fomentar a transformação da sua realidade.
(III) A ACT para a formação cidadã (63)	A ACT para a formação cidadão deve estar pautada na compreensão dos construtos científico tecnológicos e sua aplicabilidade no contexto social.				
(VII) O Perfil docente na abordagem da metodologia de IRI e para promoção da ACT (35)	O perfil docente na abordagem da metodologia de IRI deve estar pautada em uma	(VII + IV) (Re)significações e necessidades formativas manifestadas pela metodologia de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar (60).	A formação docente deve possibilitar com que o professor realize reflexões e análises críticas do seu contexto, bem como buscar meios para a construção de sua autonomia para agir criticamente de maneira a transformar sua prática. Para isso, é importante romper com o muro existente entre as ciências básicas e pedagógicas, com abordagens pautadas na racionalidade técnica		
(IV) A formação docente para promover o empoderamento (25).	A formação docente para promover o empoderamento envolve a reflexão crítica e busca por meios para transformar a sua realidade	(II + V + VI) A importância do problema concreto para a metodologia de IRI. (114).	O problema concreto é importante na metodologia de IRI, pois é a partir dele que as etapas posteriores são planejadas. Para que o problema concreto seja significativo para os estudantes é importante que esteja relacionado ao cotidiano deles, a fim de apresentar aspectos relevantes do contexto social. Para isso é importante a sua problematização para que apresente significados reais e propiciar uma leitura crítica da realidade.		
(II) A etapa zero, a problematização e a obtenção do problema concreto na metodologia de IRI (27)	A etapa zero possibilita o encontro com o problema concreto, a problematização e o desvelamento da realidade dos estudantes				
(V) A abordagem de problemas cotidianos na metodologia de IRI (44)	Abordagem de problemas cotidianos na metodologia de IRI possibilita a leitura do mundo.				
(VI) A integração de conhecimentos na metodologia de IRI (43)	Na metodologia de IRI a integração de conhecimentos não se efetiva apenas pela abordagem de conhecimentos científicos, mas também por aqueles provindos do contexto social.				

Identificamos as categorias iniciais como categoria I, II, III, IV, V, VI e VII, o número descrito entre parênteses representa a quantidade de unidades de significado que compõe cada categoria.

Do processo de análise emergiram duzentas e oitenta e três (283) unidades de significado, sete categorias iniciais e três (3) categorias intermediárias intituladas:

1. A metodologia de IRI na formação de professores de ciências: a necessária abordagem da ACT, envolvendo cento e nove (109) unidades de significado.
2. (Re)significações e necessidades formativas manifestadas pela metodologia de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar, abrangendo sessenta (60) unidades de significado.
3. A importância do problema concreto para a metodologia de IRI, que abarca cento e quatorze (114) unidades de significado.

As três categorias intermediárias estruturaram o metatexto referente à categoria final intitulada “Nuances compreensivas na metodologia de IRI: a formação crítica, a problematização e a ACT como possibilitadoras da emancipação”.

Como obtivemos um número grande de unidades de significado, empregamos o termo nuances na categoria final. O número elevado de unidades de significado possibilita com que tenhamos uma visão geral do fenômeno. Compreendemos que quando se tem um menor número de unidades de significado, é possível tecer compreensões sobre o fenômeno em sua essência. No caso desta pesquisa, temos uma paisagem do fenômeno desvelado em que as compreensões tecidas estão estruturadas pelas categorias intermediárias.

CAPÍTULO 3

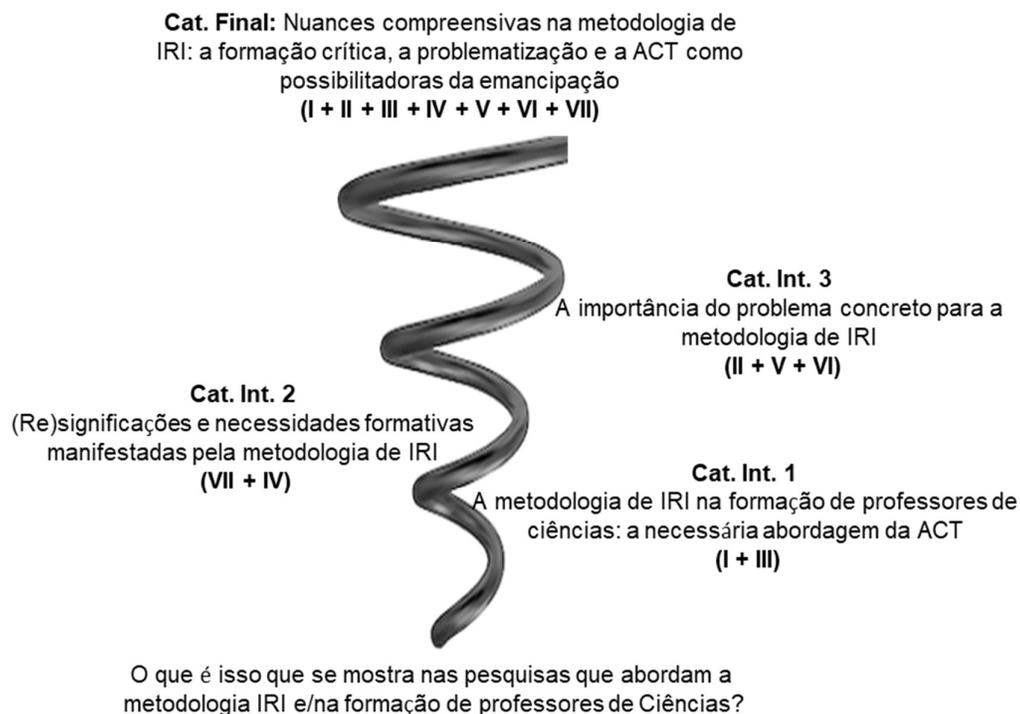
Os mergulhos na intensidade dos fenômenos, característicos da ATD, implicam o envolvimento em ciclos de caos e ordem, movimentos em espaços não lineares com o questionamento de conhecimentos existentes, desorganização e desconstrução seguidas de categorização e reorganização, espaços para a criação e produção de novas ordens e compreensões (Moraes e Galiazzi, 2016, p. 244).

3 DO CAOS À LUZ: COMO A COMPREENSÃO SE MANIFESTA

Ao longo deste capítulo apresentaremos a comunicação da nossa compreensão possibilitada pela análise via ATD das teses dissertações. Algumas pistas nortearam e possibilitaram o entendimento das nuances acerca da metodologia de IRI. Tais pistas são reforçadas pelas unidades de significado apresentadas ao longo da escrita, bem como os argumentos parciais e argumento aglutinador. Sobre as unidades de significado é válido ressaltar que não apresentaremos todas na escrita dos metatextos devido ao número elevado que foi gerado no processo de desmontagem dos textos. Apresentamos as unidades que explicitam maiores significações para a comunicação das compreensões possibilitadas pela análise.

Na figura 6, a seguir, apresentamos uma síntese do processo de tecitura de compreensões e organização dos metatextos.

Figura 6: O processo de compreensão e a organização da estrutura do metatexto.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

O processo de análise partiu de um questionamento fenomenológico, em que buscamos compreender o que é isso que se mostra nas pesquisas que abordam a metodologia de IRI e/na formação de professores de ciências. A partir da imersão na ATD tornou-se possível a compreensão de uma paisagem composta pela formação crítica, a problematização e a ACT como possibilitadoras da emancipação. Na imagem acima, buscamos representar os ciclos que compõem o processo de análise, bem como a categoria final estruturada pelas categorias intermediárias.

Propomo-nos em apresentar as compreensões emergentes em dois momentos, o primeiro momento configura o metatexto que se vincula a categoria final. Desta forma, o metatexto é o item 3.1 (categoria final), que se estrutura a partir das categorias intermediárias 3.1.1, 3.1.2 e 3.1.3.

O segundo momento tem uma relação mais direta com o nosso argumento aglutinador, que tenciona para a importância de uma abordagem teórica e metodológica pautada em uma perspectiva crítico transformadora para a

metodologia de IRI. Desta forma, nos itens posteriores apresentamos o metatexto e nos capítulos 4 e 5 evidenciamos um ensaio teórico e metodológico direcionados pelas compreensões tecidas.

3.1 Nuances compreensivas na metodologia de IRI: a formação crítica, a problematização e a ACT como possibilitadoras da emancipação

Nesse momento, apresentaremos o ponto de vista de que o desenvolvimento de uma estratégia de ensino diferenciado requer do professor a compreensão adequada do processo e de sua função como mediador de construção de conhecimentos, por parte dos estudantes. Esses conhecimentos são necessários para o exercício da docência no contexto do século XXI e parece urgente uma formação que contribua para a consolidação daqueles já integrados na sua estrutura cognitiva e servem de base para a efetivação da profissionalidade do futuro docente. Profissionalidade que contribua para a emancipação social e cultural dos estudantes, de forma a desenvolver sua criticidade, possibilitando participar ativamente na construção e transformação da sua sociedade.

O processo de análise oportunizou vislumbrar algumas pistas inerentes a metodologia de IRI, parte delas se relacionam a importância da ACT e uma formação de professores que contemple seus objetivos. Nesta perspectiva, permearam compreensões acerca da necessidade de uma formação docente que contemple os pressupostos da ACT em seu viés ampliado. Desta forma, sinalizamos como potência a formação de professores como intelectuais transformadores.

Além disso, algumas pistas referem-se ao problema concreto a ser abordado na metodologia de IRI. Trata-se de um desafio, selecionar um problema concreto que deve ser apresentado a um determinado grupo de indivíduos, e cuja solução deve originar uma resposta original, também concreta. Desta forma, a primeira etapa do processo construtivo pautado na metodologia de IRI baseia-se no encontro com o problema concreto. Assim, podem surgir algumas indagações por parte do pesquisador/professor, quais sejam: “O que é um problema concreto?”, “Como definir um problema concreto?”, “Quais aspectos se deve considerar para abordar um problema concreto na metodologia de IRI?”, “O problema concreto deve apresentar significados para quem?”. Esses são

alguns dos questionamentos que podem surgir ao escolher o ponto de partida do processo.

A ATD possibilitou-nos tecer algumas compreensões acerca dos questionamentos apresentados. Assim, pudemos interpretar algumas das pistas e direcionarmos para a necessidade de que o problema concreto na metodologia de IRI não deve ser confundido com um ensino de tipo temático. O ensino por temas pode apresentar uma nuance multidisciplinar ou pluridisciplinar, que não requer especificamente uma solução concreta única, negociada pelos participantes do processo. Além disso, não possibilita uma leitura crítica da realidade.

Nesse contexto, tecemos compreensões de que o problema concreto na metodologia de IRI deve se constituir em um viés problematizado, pois traz abertura para discussões de questões de cunho social, político, científico e tecnológico, que envolve a realidade do estudante, visando possibilitar uma ACT. Algumas das pistas manifestadas sobre esta nuance nos direciona para a compreensão de que para que a metodologia de IRI possa possibilitar de maneira efetiva a ACT, o problema concreto deve ser problematizado, apresentando a mesma essência dos temas geradores (Freire, 1987). Nesta perspectiva, o problema concreto carece partir de um estudo da realidade em que os estudantes estão inseridos. Assim, o problema torna-se o foco central, apresentando significados aos estudantes, e conexão direta com as demandas sociais, econômicas e locais em que eles estão inseridos. Além disso, é necessária uma formação docente pautada em um viés de emancipação e transformação para que tais questões possam se efetivar.

3.1.1 A metodologia de IRI na formação de professores de ciências: a necessária abordagem da ACT

O contexto do século XXI destaca a urgência em incluir na proposta educativa questões que promovam a ACT, a proposta de IRI apresentada por Fourez (1997) buscam atingir a ACT, incluindo a compreensão de que a Ciência enquanto criação humana está presente na vida de todos os cidadãos. Por isso deve ser considerada parte essencial nos currículos escolares a inclusão de uma abordagem científica e tecnológica, para que os sujeitos compreendam que as construções provindas destes eixos não são neutras, portanto, devem ser analisados sob uma lente crítica (Acevedo, Vázquez & Manassero, 2003). Os avanços da ciência e tecnologia tem se instaurado na sociedade, tornando a tomada de consciência um fator imprescindível, por isso se faz necessário, um Ensino de Ciências sob uma vertente problematizadora da realidade, onde a aprendizagem apresente significações para os estudantes (Fagundes et al, 2009).

Neste sentido, a unidade de significado T5U9⁵ ressalta alguns dos objetivos da ACT:

T5U9: (...) verificamos a importância de termos o conhecimento científico como um dos conhecimentos que sustenta nossas reflexões que fundamentarão nossas ações na sociedade em que estamos inseridos. Trabalhar para que o conhecimento científico seja acessível, no sentido de promover às pessoas uma nova forma de ver o mundo e os acontecimentos que nele acontece, e poder agir sobre ele de maneira embasada, consciente e crítica cientificamente é um dos objetivos que vem sendo almejados pela ACT no Ensino de Ciências (Oliveira, 2019, p. 27)⁶.

Nesta perspectiva, a ACT deve ser encarada como um construto social, implícita a visão de mundo do sujeito, além disso deve estar alicerçada a um projeto ético e político visando dignificar e ampliar as possibilidades de vida e autonomia humanas. Desta forma a ACT deveria tornar-se uma pré-condição para a emancipação social e cultural, enraizado em um espírito de crítica em um

⁵ Uma das etapas da metodologia de ATD é a codificação. Desta forma, o código apresentado refere-se ao trabalho analisado e a unidade de significado extraída. **T2U99**, representa o **Trabalho 2** e **Unidade de significado 99**. No Quadro 1 referenciamos os autores dos trabalhos do qual extraímos a Unidade de Significado.

⁶ Como o presente artigo aborda a análise de teses e dissertações, e as unidades de significado são constituídas por trechos destes trabalhos, consideramos necessária a identificação dos autores.

projeto que possibilite aos indivíduos participar ativamente nas questões sociais que o afetam diretamente.

Além disso, o trecho apresentado destaca a importância do conhecimento científico, para possibilitar a ACT, pois dessa maneira é possível promover o empoderamento de cidadãos, bem como a leitura crítica do mundo, objetivando torná-los atuantes na sociedade fazendo uso de conhecimentos científicos. No entanto, cabe ressaltar que não é apenas o conhecimento científico disciplinar que propicia aos sujeitos uma nova forma de ver o mundo. Os sujeitos adquirem uma análise da sua realidade por meio de uma integração de conhecimentos, dentre eles os científicos, mas não se deve excluir aqueles adquiridos na vida cotidiana. Por este motivo, alguns autores (Fourez, 1997; Ferreira, Muenchen e Auler, 2019; Klein, Pereira e Muenchen, 2021) enfatizam a importância da abordagem de um problema concreto para promover a ACT.

Neste sentido, o trecho T3U13 citando Fourez (1997) traz uma complementação das ideias apresentadas no trecho anterior:

T3U13: Fourez aborda que a união dos saberes prévios aos cientificamente aceitos favorece a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), uma vez que “**permitem uma certa autonomia (possibilidade de negociar suas decisões frente às pressões naturais ou sociais), uma certa capacidade de comunicação** (encontrar as maneiras de dizer), e um certo domínio e responsabilidade, frente a situações concretas (Nicoletti, 2017, p. 151, grifo nosso).

Como evidenciado no trecho acima, a ACT permite certa autonomia, capacidade de comunicação e responsabilidade frente a situações concretas. Além disso, possibilita com que os indivíduos se encontrem no mundo, e mais que isso, que descubram qual papel desempenham na sociedade e identifiquem a potencialidade da sua voz, nas decisões de questões cotidianas que os envolvem diretamente. Ademais, a ACT pode possibilitar “*a compreensão de que umas das bonitezas de estar no mundo e com o mundo como seres históricos é a capacidade de intervindo no mundo conhecer o mundo*”. (FREIRE, 1996, p. 31). Para tanto, a ACT não pode ser concebida apenas como uma habilidade técnica de ler palavras, mas sim, como um fundamento para uma ação cultural para a liberdade. Nesta perspectiva, os indivíduos afirmam seu direito não apenas de ler, mas de compreender e transformar suas experiências pessoais, buscando uma sociedade mais justa e igualitária. Neste sentido a ACT é

fundamental para que a sociedade reconheça a potencialidade da sua voz como parte de um projeto mais amplo com vistas ao empoderamento.

No entanto, Ruas (2019) destaca que promover a ACT em sala de aula ainda é um desafio para os educadores:

T2U15: O obstáculo maior está em romper com as práticas pedagógicas de um ensino predominantemente baseado na mera transmissão de informações. Em pleno século XXI, há educadores que ainda acreditam que o aluno competente é aquele que acumula o maior número de informações, como denuncia a concepção de educação bancária de Paulo Freire. (Ruas, 2017, p. 29).

A autora pontua que a ACT é uma importante estratégia educacional para combater a tendência bancária de educação, criticada por Freire, pois promove aos estudantes um ensino baseado na dialogicidade e problematização. Além disso, a alfabetização para Freire é um processo pelo qual um sujeito se torna autocrítico a respeito da sua natureza histórica e de sua própria existência. Desta forma, ser capaz de realizar a leitura do mundo, um dos objetivos da ACT, significa compreender as possibilidades que caracterizam sociedades mais amplas.

Neste sentido mais amplo e politizado, apreendemos que a ACT apresenta uma gama de possibilidades e competências que possibilitam as diversas relações e experiências entre os educandos e o universo. A ACT desenvolve nos sujeitos as condições práticas e teóricas para se tornarem agentes ativos na luta para expandir suas possibilidades de emancipação. Porém, a emancipação neste cenário tem um sentido mais limitado, mas continua sendo uma condição prévia de extrema importância para o engajamento em lutas de relações de poder, permitindo com que os oprimidos retirem o manto de alienação que vedam seus olhos, e a mordaça que veta a potencialidade de sua voz.

Dessa maneira, para que a ACT abranja uma ação como parte narrativa da libertação, os professores devem se atentar a sua prática pedagógica evitando a tendência reducionista, colocando os educandos como agentes ativos nos processos de ensino e de aprendizagem. Nesse sentido, o fragmento T2U17, traz algumas considerações:

T2U17: A ACT é uma importante estratégia educacional para combater a pedagogia bancária, criticada por Freire, pois esta oferece ao

oprimido um ensino sem dialogicidade e sem problematizar a realidade (Ruas, 2017, p. 30).

Como forma de reforçar seu argumento, a autora traz uma explicitação de Freire (1987), o qual enfatiza a importância de inserir os educandos no mundo, a fim de propiciar o reconhecimento das problemáticas que emergem do universo em que estão inseridos.

Quanto mais se problematizam os educandos como seres no mundo e com o mundo, tanto mais se sentirão desafiados. Tão mais desafiados, quanto mais obrigada responder ao desafio. Desafiados, compreendem o desafio na própria ação de captá-lo. Mas, precisamente porque captam o desafio como um problema em suas conexões com outros, num plano de totalidade, e não como algo petrificado, a compreensão resultante tende a tornar-se crescentemente crítica, por isso, cada vez mais desalienada (Freire, 1987, p.70).

Concordamos com as explicitações do autor e ressaltamos que a alfabetização estabelece relações de conhecimento não apenas o que os professores ensinam, mas também aqueles que os estudantes trazem para as salas de aula, como parte das suas identidades pessoais e sociais, fruto da produção de conhecimento do grupo social no qual estão inseridos. O trecho T2U17 apresenta a crítica à pedagogia bancária de educação, visto que a alfabetização na perspectiva freireana, é tida como uma leitura de mundo e da palavra.

Neste sentido, a alfabetização no viés freireano, assim como a ACT visa proporcionar a autonomia dos indivíduos, para que se posicionem ativamente em questões de cunho social, analisando de forma crítica e consciente os construtos científicos e tecnológicos. Para tanto, torna-se necessário compreender que *“a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e as tecnologias refletem a sociedade”*. Fourez, (1997) destaca que a falta de compreensão desta proposição pode incorrer no erro de entender as ciências e as tecnologias como neutras e sacrossantas. Os sujeitos muitas vezes compreendem que as ciências e as tecnologias produzem impactos na sociedade, mas a recíproca também ocorre a ciência e a tecnologia deve ser concebida como um reflexo das necessidades sociais. Nesta nuance, um sujeito alfabetizado é capaz de apreender esta relação, e principalmente, reconhece quando estas relações não estão caminhando no sentido do bem-estar social.

O fragmento T5U7 apresenta algumas explicitações acerca das questões apresentadas:

T5U7: (...) o objetivo da ACT norteia uma forma de empoderar os cidadãos com **o conhecimento científico, tornando-os capazes de compreender questões que envolvam esse conhecimento, podendo ser cidadãos ativos perante situações que ocorrem na sociedade.** Temos a compreensão de que a finalidade da ACT deve ser capacitar os cidadãos para que possam utilizar o conhecimento científico, entre os demais conhecimentos que possui, como fonte de reflexão e compressão dos acontecimentos que ocorrem na sociedade, **posicionando e agindo** diante deles (Oliveira, 2019, p. 21, grifo nosso).

A ACT possibilita com que os indivíduos se tornem empoderados, com a capacidade de utilizar os conhecimentos a fim de relacioná-los com questões que envolvam assuntos sociais, posicionando-se crítica e conscientemente sobre elas. No entanto, para que estas questões se efetivem é necessário com que os cidadãos estejam capacitados em reconhecer tanto os limites como a utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano. Nesta proposição, Fourez (1997) explicita a necessidade de que a ciência seja reconhecida pelos benefícios que podem trazer à sociedade. Entretanto, o autor pontua que *“no plano social, a ciência e a tecnologia podem ser tanto fator de opressão quanto de emancipação”*. Considerando esse cenário o autor explicita a urgência de desenvolver o espírito crítico nos alunos, para que sejam capazes de julgar conscientemente os benefícios e malefícios provindos das inovações científicas e tecnológicas, notando quanto estas possuem um objetivo voltado para o bem-estar da sociedade, ou para potencializar as relações de poder.

Nesta perspectiva Ruas (2017) destaca a importância da concepção da ACT para se alcançar seus objetivos:

T2U3: a ACT pode ser concebida tanto em um “sentido restrito” quanto em um “sentido amplo”. Na primeira vertente, a ACT é reduzida apenas ao ensino de conceitos, o que faz com que o aluno entenda apenas os artefatos tecnológicos e científicos em uma perspectiva técnica. Já a segunda perspectiva possibilita a compreensão das interações entre a Ciência – Tecnologia – Sociedade, assim como viabiliza a desmistificação de ideias que foram construídos ao longo da história, como a neutralidade da Ciência e da Tecnologia ou o determinismo tecnológico (Ruas, 2017, p. 15).

A autora pontua ainda que a perspectiva reduzida e ampliada é uma questão que tanto Fourez et al. (1997) quanto Auler e Delizoicov (2001) alertam.

Fourez et al. (1997) destaca que se a perspectiva mais ampla for escolhida, a ACT é mais do que a aprendizagem de receitas ou mesmo de comportamentos de intelectuais perante a ciência e tecnologia. A perspectiva ampliada de ACT *“implica uma visão crítica e humanista da forma como as tecnologias (e mesmo as tecnologias intelectuais, que são as ciências) moldam nossa maneira de pensar, de nos organizar e de agir.”* (Fourez, 1997, p.33, tradução nossa).

Desta maneira, pode-se compreender, a partir das discussões realizadas até o momento, que é importante o entendimento acerca da perspectiva reduzida e ampliada importante para possibilitar com que os indivíduos sejam capazes de fazer uso dos conhecimentos científicos e tecnológicos construídos. Desta maneira, conforme as explanações apresentadas para fazer uma leitura crítica de mundo e ter uma tomada de decisão consciente em assuntos que os envolvam diretamente, é necessário a perspectiva ampliada de ACT. É válido destacar que a leitura crítica, refere-se a importância de que os indivíduos tenham conhecimentos suficientes para se posicionar politicamente perante as questões sociais que envolvam a ciência e a tecnologia. Como pontuado no fragmento T5U1, citando Fourez (2003):

T5U1: A Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) busca oferecer à população através do ensino do conhecimento científico e tecnológico, **uma formação que possibilite a tomada de decisões em assuntos que relacionam o conhecimento científico e suas tecnologias**, tendo compreensão e realizando questionamentos, possibilitando aos cidadãos serem pessoas ativas nos processos que envolvam esse tipo de conhecimento (Oliveira, 2019, p. 14, grifo nosso).

Neste sentido Fourez pontua 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, 1997, p.36, tradução nossa).

As compreensões tecidas até o momento sugerem a notoriedade de fomentar a ACT nos estudantes a fim de formar cidadãos críticos e conscientes. Neste sentido, cabe realizar o seguinte questionamento: *“Há a promoção da ACT nos trabalhos analisados?”* Sobre esta questão é importante salientar que apenas dois trabalhos explicitaram se a metodologia de IRI, fomentou a ACT nos sujeitos de pesquisa. Como pode ser notado nos fragmentos T6U18 e T5U38:

T6U18: (...) pode-se concluir que a observação sistematizada, em todas as etapas, possibilitou constatar que a metodologia das IIR desenvolve nos indivíduos os atributos da ACT, se o processo for orientado pelo professor. Desta forma, este trabalho contribuiu para o desenvolvimento de um ensino menos fragmentado, desenvolvendo os atributos da ACT no processo de aprendizagem. (Strefezza, 2020, p. 114).

T5U38: Diante dessas considerações podemos considerar que participar de uma IIR pode ter favorecido uma formação na perspectiva da ACT. Mais estudos nesse sentido são necessários para investigar essa hipótese (Oliveira, 2019, p.103).

O trecho T5U38 evidencia que a proposta desenvolvida possibilitou o desenvolvimento da ACT, mas que seria necessário mais estudo para a investigação da hipótese. É importante ressaltar que uma pesquisa de mestrado e doutorado possui um tempo limitado, logo é difícil destacar que os sujeitos de pesquisa se tornaram alfabetizados científica e tecnologicamente, visto que são ações que se efetivam na vivência com o mundo e com as adversidades que dele emergem. O que se pode evidenciar são os indícios da promoção de uma alfabetização científica, o que é extremamente importante, pois os estudantes podem assumir uma identidade transformadora a partir destas ações. Além disso, os trabalhos sinalizam a importância da ACT na formação de cidadãos e a potencialidade da metodologia de IRI para a sua promoção. Oliveira (2019) destaca que a IRI possibilitou com que os estudantes saíssem de uma situação de receptores de conhecimentos para se tornarem-se responsáveis por ele. Pois, *“faz com que a todo momento eles tenham que pensar e refletir sobre suas ações, seus objetivos, seus planejamentos.”* (p. 104)

Desta forma a autora pontua que:

T5U37: podemos considerar a IIR como uma estratégia metodológica promissora na formação do licenciando que pleiteia promover a ACT, pois ela promove diversos aspectos nos licenciandos que neste trabalho são considerados necessários para se promover a ACT (Oliveira, 2019, p. 104).

Desta forma, nota-se a importância de que uma educação pautada na ACT se efetive nos currículos prescritos da Educação Básica, para que haja uma formação com significado, não apenas para preparar alunos para uma prova de vestibular. O que se deseja a partir de um ensino pautado na ACT é a formação de cidadãos que tenham a capacidade de tomar decisões conscientes, em questões de cunho social.

Mas como possibilitar tal formação? Oliveira (2019, p, 50) pontua que “na grande maioria das vezes, mudanças na prática docente exigem um empoderamento do profissional”. Nesta perspectiva a autora realiza algumas indagações, como:

T5U40: “Quais aspectos devem ser contemplados na formação de professores de Química capazes de promover a ACT? (...) Ao nosso ver, o principal aspecto que deve ser contemplado na formação de professores de Química para que sejam capazes de promover a ACT é uma **formação reflexiva (Oliveira, 2019, p. 105, grifo da autora).**

Os aspectos que devem ser contemplados na formação de professores, que visam promover a ACT, são os da *National Science Teacher Association* (NSTA) (Associação dos professores de Ciências dos Estados Unidos), citados por Fourez (1997). Tais aspectos estão pautados em uma perspectiva de superação de decisões tecnocráticas e salvacionismo científico tecnológicos.

Nesta perspectiva, corroboramos com Oliveira (2019), pois compreendemos que para que os objetivos da ACT sejam alcançados no contexto educacional é necessária uma reorientação da prática docente com vistas a possibilitar o empoderamento profissional.

A ACT, neste sentido, possibilita perceber que a relação sociedade x ciência-tecnologia e ciência-tecnologia x sociedade, não são neutras, uma exerce influência sobre a outra. As construções científicas e tecnológicas devem estar voltadas para as necessidades da sociedade. A compreensão destas questões e das proposições apresentadas por Fourez (1997), propicia a formação de cidadãos alfabetizados no sentido mais amplo da palavra, de forma que ele terá a capacidade de analisar as construções científicas e tecnológicas, a fim de pontuar possíveis relações de poder que possam emergir. Isso contribuirá principalmente, para que ele tenha uma visão ampla sobre a importância da ciência e tecnologia, não se limitando às informações incoerentes disponibilizadas em qualquer meio de informação, evitando assim, ter uma visão reducionista e negacionista acerca da ciência e tecnologia.

3.1.2 (Re)significações e necessidades formativas manifestadas pela metodologia de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar

A formação de professores tem sido cada vez mais discutida, tendo em vista as constantes transformações que ocorreram com o passar dos anos. Preocupações com os encaminhamentos da formação docente e com as condições de exercício profissional não são recentes. (Nascimento, Fernandes e Mendonça, 2010; Gatti, 2016, Auler, 2018). No entanto, no contexto atual acumulam-se tais preocupações, ante aos desafios que o futuro parece nos colocar, reflexões acerca de quem se vai formar e as possibilidades de formação que vislumbre a coparticipação de todos torna-se central nos processos educativos. Nesta perspectiva, a interdisciplinaridade se torna um assunto discutido no contexto escolar, devido à polissemia e principalmente ao que tange aos seus aspectos teóricos e metodológicos (Nicoletti, 2017; Ruas, 2017; Costa, 2019).

Dentre as principais dificuldades na implementação da interdisciplinaridade no contexto escolar encontra-se a falta de compreensão por parte dos professores acerca do conceito de interdisciplinaridade e como colocá-la em prática, e a formação docente que não atende às necessidades de tal prática. A unidade de significado apresentada abaixo destaca a importância da compreensão da visão de interdisciplinaridade na abordagem da metodologia de IR:

T2U1: Dessa forma, ao trabalhar com essa proposta em sala de aula, é preciso compreender essa visão de Interdisciplinaridade. Caso contrário, o desenvolvimento da IIR estará significativamente comprometido. Por outro lado, pesquisas evidenciam a dificuldade que os professores têm para entender o conceito de Interdisciplinaridade, assim como para adotar práticas pedagógicas com essa característica em sala de aula (Ruas, 2017, p, 18).

A dificuldade manifestada pelos professores, evidenciado no trecho, se dá pelo fato da disparidade de sua formação com a prática interdisciplinar. A formação docente ainda se dá em uma perspectiva da racionalidade técnica. Como explicita o trecho abaixo:

T5U3: Quando falamos de cursos de formação inicial de professores, as licenciaturas, a necessidade de se promover uma formação que seja

capaz de formar profissionais que promovam a ACT com seus alunos é emergente, mas mesmo diante dessa necessidade, constatamos nos cursos de licenciatura um formato antiquado, muito criticado e baseado na racionalidade técnica (Oliveira, 2019, p. 31).

A formação docente pautada nesta direção, caracteriza-se como uma separação pessoal e institucional entre a elaboração do conhecimento e a sua aplicação, assentando-se como uma clara divisão social do trabalho. Logo, o trecho **T4U17** apresentado traz uma explicitação:

T4U17: (...) a racionalização industrial, surge com o trabalhador como máquina de linha de produção, que muitos anos depois, após a Revolução Industrial, conseguiu benefícios por meio da ideia racional, para aumentar a produtividade e a economia por autogestão. Pode-se dizer que **a industrialização se fez pelos princípios de racionalização, por meio de manipulação social, que percebe-se nos dias atuais, até mesmo nas salas de aula. Olhando por essa perspectiva, parece que a racionalidade é algo ruim, por conta da manipulação social em massa**, porém, deve-se levar em consideração que a razão está em constante desenvolvimento e que não é linear (Costa, 2019, grifo nosso, p. 58).

A autora ressalta a manipulação social que ocorre nas salas de aula devido a racionalidade técnica. Neste sentido, parece pertinente realizarmos alguns questionamentos: *Que cidadãos serão formados por meio da racionalidade técnica? Como possibilitar uma leitura crítica do mundo, a partir de uma educação pautada na racionalidade técnica? Como possibilitar a ACT, em uma educação pautada na racionalidade técnica?* Compreendemos que uma educação neste rumo apenas reforça os valores tecnocráticos, neste sentido Fourez (2008a, p. 239) argumenta que “*Numa sociedade tecnocrática, há a pretensão de que os técnicos podem resolver os problemas sem que seja necessário negociar o que será decidido. Uma sociedade assim, em nome dos <<imperativos>> científico-técnicos, negligencia o político e o ético*”. Além disso, compreendemos que a formação de cidadãos conscientes e alfabetizados científica e tecnologicamente não são factíveis no viés da racionalidade técnica, visto que se tem a ideia de informações perfeitas, de construções científicas e tecnológicas pautadas no bem-estar social.

Ainda sobre o trecho T4U17 é destacado “*Olhando por essa perspectiva, parece que a racionalidade é algo ruim, por conta da manipulação social em massa, porém, deve-se levar em consideração que a razão está em constante desenvolvimento e que não é linear*”. A autora argumenta que a razão está em

desenvolvimento e que não é linear, o que direciona para a necessidade de compreender qual o conceito de racionalidade que está orientando o processo de ensino e aprendizagem no contexto educacional. Sobre tal questão o trecho abaixo traz uma importante explicitação:

T5U2: (...) o tipo de racionalidade de formação utilizada para formar docentes influencia diretamente nesse processo, e ao pensarmos sobre um Ensino de Química provedor da ACT, devemos pensar em como esse processo de ACT está sendo trabalhado nos cursos de licenciaturas (Oliveira, 2019, p. 27).

Neste contexto, se o objetivo do ensino é formar cidadãos alfabetizados científico e tecnologicamente, sua orientação não deve estar pautada na racionalidade técnica. Neste sentido, a fim de elucidarmos nossas compreensões nos apoiamos em Giroux (1992, 1997) que faz duras críticas à racionalidade técnica que ainda está presente na prática docente. O autor destaca que o trabalho do professor foi subordinado à divisão técnica e social do trabalho, que serve para aumentar a distância entre aqueles que controlam a escola e aqueles que trabalham no dia a dia, com os estudantes e os currículos. Desta forma, o autor salienta que os professores não estão sendo apenas proletarizados, muito mais que isso: são reduzidos a executores de ordens definidas por outros, dentro da burocracia escolar. Tais ações reforçam a limitação ou a inexistência de um trabalho intelectual na busca por repensar um ensino sob uma lente de emancipação e transformação dos sujeitos.

No entanto, o que se vê muitas vezes, são informações imperfeitas, que carecem de uma análise crítica, e construtos científicos e tecnológicos marcados por intencionalidades. Concordamos com algumas explicitações que pontuam que:

A racionalidade técnica impõe, então, pela própria natureza da produção do conhecimento, uma relação de subordinação dos níveis mais aplicados e próximos da prática aos níveis mais abstratos de produção do conhecimento, ao mesmo tempo em que prepara as condições para o isolamento dos profissionais e seu confronto gremial. (Pérez Gómez, 1991, p. 375).

No contexto da racionalidade técnica, o professor, ao se deparar com alguma adversidade, e ter claramente definido os resultados que deverá alcançar, seleciona entre o repertório disponível o tratamento que melhor se

adapta a determinada situação. No entanto, nessa situação, não se considera a natureza do problema, suas características, que decisões adotar, dentre outras questões necessárias para o enfrentamento de algumas adversidades que emergem do contexto escolar, e que não podem ser resolvidas mediante a utilização de técnicas (Contreras, 2012).

Ruas (2017) destaca a importância em investir em estratégias de formação de professores que permitissem uma compreensão mais profunda de conceitos relativos à Interdisciplinaridade e problematização. No entanto, tais abordagens não devem estar orientadas na racionalidade técnica:

T2U7: (...) essa proposta não pode estar pautada na racionalidade técnica, pois isso implicaria a proliferação de práticas fundamentadas na Educação Bancária, já que ela não valoriza os saberes da prática docente, a experiência de vida do professor e o contexto no qual ele está inserido. (Ruas, 2017, p. 25).

A fim de possibilitar com que o professor busque mecanismos para romper com a racionalidade técnica e abarque sua experiência de vida e valorizando os saberes da sua prática docente, é necessária uma formação que lhe propicie autonomia. A autonomia é essencial para a qualidade das práticas educativas. Ademais, o posicionamento do professor influencia o direcionamento do discurso científico. Ou seja, se este será pautado em valores tecnocráticos, em perspectivas salvacionistas, ou que vislumbre uma alfabetização científico tecnológica.

A unidade de significado apresentada abaixo, traz explicações importantes sobre esta questão:

T5U5: Assim, podemos entender que o discurso científico sofre modificações para que o conhecimento científico seja um conhecimento científico escolar, passível de aprendizagem. Essas modificações são influenciadas diretamente pelo posicionamento que o professor possui sobre a natureza desse conhecimento, o propósito que possui ao lecionar que evidencia sua intencionalidade do ensino, impossibilitando assim acreditar que a ciência é neutra, e que o ensino ocorra de forma imparcial. (Oliveira, 2019, p.27)

A partir das explicitações nota-se que o modelo formativo pautado na racionalidade técnica traz limitações. A fim de superá-las, Schön apresenta a ideia de professores como profissionais reflexivos. Esta perspectiva, de uma

formação reflexiva trata justamente das situações que não podem ser resolvidas por meio de repertórios técnicos. Para isso Schön (1983, 1992) parte da forma com que habitualmente se realizam as atividades cotidianas, diferenciando-as em “*conhecimento na ação*” e “*reflexão na ação*”.

Neste sentido, o trecho T5U12 abaixo, traz algumas reflexões acerca da formação de professores, resgatando algumas discussões realizadas anteriormente, acerca da racionalidade técnica, que marca a formação docente e pontua a formação reflexiva como meio para romper com a racionalidade técnica.

T5U12: Como exigir que nossos futuros professores pensem no desenvolvimento de atividades investigativas, que promovam habilidades cognitivas e alfabetização científica se as próprias disciplinas dos cursos de formação ainda sobrevivem aos formatos antiquados, desgastados e amplamente criticados, baseados na racionalidade técnica? Cabe então às graduações, ou mais especificamente, aos seus professores formadores, desenvolver e fornecer meios e estratégias para a **promoção de uma prática mais reflexiva** (Oliveira, 2019, p. 32, grifo nosso).

Desta forma, a autora, referindo-se aos trabalhos que compõem o levantamento de sua dissertação, pontua as potencialidades da formação reflexiva em prol da ACT:

T5U21: Outros trabalhos selecionados para este levantamento discutem a **formação reflexiva** como uma nova proposta formativa para os licenciandos. Essa formação seria pautada na oportunidade do licenciando refletir, questionar, discutir, modificar, aprimorar suas práticas, sempre mediado por um professor mais experiente, o que possibilitaria uma capacitação para inter-relacionar conhecimentos específicos com teorias de ensino atreladas a uma prática reflexiva em prol da ACT. (Oliveira, 2019, p. 43, grifo da autora.).

Nos trechos apresentados, são explicitadas as potencialidades da formação reflexiva, principalmente no último trecho, onde a autora destaca que a formação reflexiva pode possibilitar a capacitação de inter-relacionar conhecimentos específicos com teorias de ensino em prol da ACT. Além disso, no trecho T5U12 a autora ressalta que a formação reflexiva é um caminho para promover práticas com vistas à ACT. Compreendemos a importância em refletir a prática docente, no entanto é válido ressaltar alguns questionamentos apresentados por Contreras (2012) “*O que faz pensar que a reflexão do ensino conduza por si mesma a busca de uma prática educativa mais igualitária e*

libertadora, e não o contrário, à realização e ao aperfeiçoamento de exigências institucionais e sociais que poderiam ser injustas e alienantes?”. Contreras (2012) ainda alerta sobre o uso generalizado do termo “reflexão”, pois passou a ser de uso obrigatório por qualquer autor, ou qualquer corrente pedagógica, tornando o termo em um *slogan* vazio de conteúdo. Logo, os professores podem se considerar reflexivos, no entanto, não apresentam as características apresentadas por Schön, que é a capacidade de refletir sobre suas ações e sobre as adversidades emergentes. Entendemos que não basta refletir, se não houver uma modificação na ação com base nessa reflexão.

Ainda sobre a formação reflexiva, o trecho T5U22 traz algumas explicitações:

T5U22: (...) podemos afirmar que **a formação reflexiva poderá proporcionar uma quebra no “muro” existente entre as disciplinas das ciências básicas e pedagógicas.** Com isso poderemos formar profissionais que sejam capazes de transformar os conteúdos científicos em conteúdos escolares **em prol da ACT, visto que a existência dessa divisão gera insegurança nos professores em aplicar metodologias, estratégias, problematizações, nos conteúdos científicos em sala de aula,** devido à falta da experiência e prática de trabalharem essas articulações entre conteúdo científico e conteúdo pedagógico, **o que acaba gerando muitas vezes, um ensino tecnicista,** sem sentido, desestimulante e tradicional. (Oliveira, 2019, p. 45, grifo nosso).

O modelo de professor reflexivo é restrito quando o professor busca compreender as limitações do contexto em que realiza suas práticas, devido a uma carência de análise crítica da essência política em que o contexto educacional se encontra. Para superar tais limitações uma alternativa apresentada pela autora é uma formação pautada na crítica,

T5U36: O objetivo de formação pleiteado é que o profissional seja capaz de refletir sobre sua própria prática e de atuar no Ensino de Química para a formação cidadã e crítica de seus futuros alunos (Oliveira, 2019, p. 63).

Para tanto, é necessário que o professor supere a visão da educação pautada na racionalidade técnica, que se resume no cumprimento de objetivos marcados por intencionalidades, passando a exercer uma ação autônoma, pautada em uma reflexão crítica da sua prática, bem como, das consequências que advém destas, vislumbrando a transformação. Nesta perspectiva de

formação crítica, Giroux (1997) apresenta o modelo dos professores como intelectuais transformadores, baseando-se nas concepções de Gramsci sobre o papel dos intelectuais na produção e reprodução da vida social. O conceito de professores como intelectuais transformadores nos permite a compreensão de que a tarefa docente possui um sentido intelectual, que se opõe às concepções puramente técnicas ou instrumentais. Além disso, compreende que o professor juntamente com os alunos deve desenvolver as bases para a crítica e a transformação das práticas sociais que emergem no contexto escolar e em seus extramuros. Por este motivo, entendemos que esta perspectiva, apresenta uma maior relevância para o rompimento dos obstáculos que surgem do contexto educacional.

Além disso, para superar as barreiras emergentes, romper com a racionalidade técnica que assola os contextos de ensino e propiciar uma ACT, é necessário agir a fim de transformar essas condições que dificultam o trabalho docente. Para tanto, destacamos a potencialidade da formação de professores como intelectuais transformadores, pois:

Encarar os professores como intelectuais também fornece uma vigorosa crítica teórica das ideologias tecnocráticas e instrumentais subjacentes a teoria Educacional que separa a conceitualização, planejamento e organização curricular dos processos de implementação e execução. É importante enfatizar e os professores devem assumir responsabilidade ativa pelo levantamento de questões sociais acerca do que ensinam, **como deve ensinar, e quais são as metas mais amplas pelas quais estão lutando. Isso significa que eles devem assumir um papel responsável na formação dos propósitos e condições de escolarização. Tal tarefa é impossível com uma divisão do trabalho na qual os professores têm pouca influência sobre as condições ideológicas e econômicas de seu trabalho.** (Giroux, 1997, p. 161-162, grifo nosso).

Concordamos com o autor quando pontua que o professor deve ser o ator principal na decisão do que ensinar e quais as metas que conduzem a sua prática. Defendemos que tais decisões não devem ser tomadas por técnicos que estão um tanto afastados do chão da escola, mas, devem, ser geridas por quem realmente vivencia a prática docente.

Além disso, para efetivar uma abordagem organizada na metodologia de IRI no contexto educacional é necessário refletir e agir sobre a formação docente e os rumos que sua prática vem tomando no contexto escolar. Ou seja, é necessário compreender que é incoerente a divisão do trabalho que oportuniza

ao professor, pouca ou nenhuma participação nas decisões que o afetam diretamente. E, entender que a escola não deve estar separada do mundo, deve ser compreendida como um espaço onde os conhecimentos disciplinares escolares e não escolares devem ser socializados e debatidos.

É por este motivo que enfatizamos que a formação do professor reflexivo não oferece subsídios suficientes para romper o muro existente entre as disciplinas das ciências básicas e pedagógicas. É necessário refletir criticamente sobre o porquê da existência desta barreira, e agir de modo a transformá-la. Desta forma, é possível oportunizar aos estudantes uma educação pautada na crítica. Ademais, a escola concebida como uma esfera pública democrática, como defende Giroux (1997), possibilita discussões democráticas e de pressupostos do senso comum da vida social. Alguns desses aspectos são apresentados no trecho T2U70:

T2U70: No contexto atual, a escola não pode estar separada do mundo, mas integrada a ele e por isso, precisa adotar novos métodos de ensino e auxiliar o aluno a desenvolver novas habilidades. Ao olhar o ensino de Física, Pietrocola et al. (2003, p.132) afirmam “que a Física escolar tem sofrido a crítica constante de não ser capaz de apreender o mundo cotidiano dos estudantes”.

Questionamentos, como “**Por que eu tenho que aprender isso?**” ou “**Para que serve aquilo?**”, são cada vez mais presentes nas salas de aulas. É preciso lembrar que diante da presença da educação bancária, da fragmentação dos conteúdos curriculares, do uso excessivo dos livros didáticos e da supervalorização do mero uso de expressões matemáticas, torna-se cada vez mais **complexo auxiliar o aluno a vislumbrar a presença dos conteúdos curriculares fora dos muros da escola.** (Ruas, 2017, p. 60, grifo nosso).

O trecho explicitado evidencia a importância de a escola integrar os saberes que nela são produzidos, com questões cotidianas que apresentam significados aos estudantes. Mas, porque no contexto atual, tal ação ainda é considerada um desafio?

Giroux (1997), considera que tal fato se deve a carência de uma orientação crítica para a formação de professores, desde a etapa inicial dos cursos de graduação. Para o autor os professores não aprendem a levantar questionamentos acerca das teorias educacionais, das técnicas de pesquisa, preocupam-se em demasia com o *como fazer*, *como* aplicar determinada metodologia, ao invés de preocupar-se com o “porquê”. Como apresentado no trecho T2U70, “*Questionamentos, como “Por que eu tenho que aprender isso?”*”

ou “*Para que serve aquilo?*”, são cada vez mais presentes nas salas de aulas”. Muitas vezes não sabem o porquê ensinam esse ou aquele assunto.

O fragmento ainda demonstra que as manifestações de curiosidade nos educandos são frequentes, porém, em alguns casos essa curiosidade pode não ser explicitada. Acreditamos que quando há a manifestação da curiosidade os professores não devam deixá-la morrer. Mas, quando a curiosidade, ou o interesse não é manifestado, o professor tem um desafio maior, o de provocá-la. Compreendemos que a problematização da realidade em que os estudantes estão inseridos, é um potencial para despertar o desejo de saber o porquê dessa realidade, percebendo-a e buscando meios de agir sobre ela. Para que essas ações sejam alcançadas, concordamos com Giroux (1997) quando destaca que tanto os professores quanto os estudantes devem se assumir como intelectuais transformadores, reconhecendo as adversidades que emergem do seu contexto, e que limitam sua prática, buscando mecanismos para agir de modo a transformá-la.

No entanto, como vimos anteriormente, o ensino continua marcado pela racionalidade técnica e transferências de informações vazias de significados aos estudantes. Com isso, o professor acaba exercendo o papel de *experts*, de determinada disciplina, transmitindo aos estudantes um conhecimento reconhecido acerca de um assunto particular. E os estudantes, são tidos como receptáculos deste conhecimento, ou seja, agentes passivos e acríticos. No fragmento, destacamos que “*É preciso lembrar que diante da presença da educação bancária, da fragmentação dos conteúdos curriculares (...), torna-se cada vez mais complexo auxiliar o aluno a vislumbrar a presença dos conteúdos curriculares fora dos muros da escola*”. Para que os aspectos da ACT sejam alcançados por meio da metodologia de IRI, tais obstáculos devem ser superados. Em uma abordagem interdisciplinar com vistas a promover uma ACT, a fragmentação dos conteúdos e a concepção bancária de educação necessita de uma superação. Ademais, é de extrema importância assegurar aos estudantes um papel ativo em seu processo formativo.

Para realizar tais ações, compreendemos que os professores devem buscar meios de lutar pela sua emancipação; para tanto é necessária uma pedagogia pautada em um sentido crítico-transformador, que promova a identificação e análise crítica dos interesses ideológicos que envolve o trabalho

escolar. O intelectual transformador não deve limitar/abandonar o conhecimento às práticas bancárias, não deve enxergar o estudante como receptáculo de informações. Mas, deve re-politizar os conhecimentos e enxergar os estudantes como futuros intelectuais transformadores. Logo,

O ensino para a transformação social significa educar os estudantes para assumir riscos e para lutar no interior das contínuas relações de poder, tornando-os capazes de alterar as bases sobre as quais se vive a vida. Atuar como intelectuais transformadores significa ajudar os estudantes a adquirir um conhecimento crítico sobre as estruturas sociais básicas, tais como a economia, o Estado, o mundo do trabalho e a cultura de massas, de modo que estas instituições possam se abrir a uma potencial transformação. Uma transformação, neste caso, dirigida à progressiva humanização de ordem social. (Giroux, 1990, p. 90).

Concordando com o excerto acima, entende-se que atuar como intelectual transformador, possibilita aos professores reconhecerem a potencialidade de seu papel na sociedade, bem como da força de sua voz, a fim de lutar por uma educação pautada em ideais de igualdade e justiça, buscando a emancipação e autonomia de sua prática. Neste sentido, o trecho T2U16, citando Freire (1996), traz algumas considerações.

T2U16: a autonomia é uma construção cultural que nasce na relação do homem com os outros; e alerta que ela é um princípio educativo, mas que para isso o professor deve deixar “[...] transparecer aos educandos que uma das bonitezas de nossa maneira de estar no mundo e com o mundo, como seres históricos, é a capacidade de intervindo no mundo, conhecer o mundo”. (Ruas, 2017, grifo nosso).

Na visão de Giroux (1990, 1997) a formação docente deveria estar pautada sob um viés político-social, relacionando as vivências pessoais e os desejos de transformação social de professores e estudantes no processo educacional. Na concepção do autor é dar voz e possibilitar um discurso orientado no desenvolvimento de uma esfera democrática, desenvolvendo o pensamento crítico, em uma ação contrária às práticas fundamentadas na racionalidade técnica.

Nesse sentido, concebemos que Fourez (1997), corrobora com a ideia de Giroux, ao argumentar que “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 educador”. (Fourez, 2008b, p. 41). Além disso o autor evidencia a importância da ACT para o

desenvolvimento de sujeitos com posicionamento crítico e emancipatório. Para isso, compreendemos que é necessário ter a escola como uma esfera pública democrática, promotora de discussões de caráter social, propiciando desta forma, a autonomia dos estudantes e a capacidade de tomada de decisões conscientes frente a problemas de cunho social.

Assim, Giroux (1992) defende a ideia de professor como intelectual transformador como uma forma de repensar a natureza da atividade docente. Neste sentido, cabe destacar que o professor intelectual defendido pelo autor, não é o sujeito detentor de conhecimentos científicos isolados. Mas, é um profissional capaz de fazer uso desses conhecimentos de maneira integrada de modo a atuar na esfera pública de forma crítica e consciente. Desta forma, acreditamos que assim como a perspectiva da ACT, os professores como intelectuais visam uma educação para a transformação social, possibilitando com que os sujeitos tomem consciência da potencialidade de suas vozes e da capacidade de tomada de decisão com vistas a uma transformação social.

Assim, destacamos que na perspectiva crítico-transformadora de formação de professores, o que se busca é propiciar aos estudantes conhecimentos que apresentem significados, para que possam atuar na esfera pública, de forma consciente, possibilitar uma educação que propicie a formação de sujeitos autônomos, e alfabetizados científica e tecnologicamente por meio da discussão de situações problemas concretas que lhes possibilite realizar uma análise crítica da realidade com vistas a agir sobre ela e transformá-la. Para tanto, é preciso coragem para enfrentar as adversidades que limitam o trabalho docente, além disso, é necessário construir uma identidade de professor como intelectual transformador.

Desta forma, cabe questionarmos: Como assumir a identidade de intelectuais transformadores? Sobre tal aspecto Contreras (2012) expõe que *“Tal como fica claro no pensamento de Giroux, tem-se a sensação de que a única fórmula pela qual os professores chegariam a assumir um compromisso intelectual crítico e transformador é por meio da leitura de sua obra”* (Contreras, 2012, p. 178). Corroboramos parcialmente com a ideia de Contreras, pois Giroux baseia parte de suas discussões nas ações de intelectuais transformadores já construídos. No entanto, Giroux apresenta potenciais indícios para que os professores atuem como intelectuais transformadores, como a identificação do

currículo oculto a fim de tornar o político mais pedagógico, bem como, a importância de a universidade fomentar subsídios necessários para que os futuros professores possam se tornar intelectuais transformadores.

Além disso, concebemos que a leitura crítica do contexto escolar, o reconhecimento das adversidades que emergem deste contexto e o incômodo, são elementos fundamentais para que os professores passem a se transformar em intelectuais críticos. No contexto atual o professor deve se incomodar com os caminhos que a educação vem tomando, e a partir deste incômodo realizar uma análise crítica do seu contexto e da sua prática de modo a transformá-los.

3.1.3 A importância do problema concreto para a metodologia de IRI

No contexto atual, torna-se urgente integrar os conhecimentos disciplinares abordados na escola, com aqueles da vida cotidiana, para que os estudantes desenvolvam a capacidade de analisar, as problemáticas que emergem do meio social, de maneira crítica. Vários autores evidenciam que um ensino pautado em temas de relevância social pode contribuir para com o desenvolvimento dessa capacidade de posicionar-se criticamente frente a esse tipo de situações problemas (Pietrocola, Pinho Alves e Pinheiro, 2016; Schmitz e Pinho Alves, 2004; Ruas, 2017; Auler, 2018; Ferreira, Muenchen e Auler, 2019).

A abordagem de temas sociais no ensino é indicada como um caminho para uma educação com vistas a ACT desde que não seja usada apenas para “dourar a pílula”, ou em outras palavras, para tentar tornar as aulas mais interessantes ao apresentar uma discussão de algo da vida cotidiana do estudante. Discutir sobre o tema de forma superficial ou sem a preocupação de entender os aspectos científicos, sociais, culturais e tecnológicos que estão a ele relacionados e como isso influencia o e no contexto que estamos inseridos, não propicia a ACT. Por isso, destacamos a importância da situação concreta que orientará a construção da representação interdisciplinar ou uma IRI.

Na construção de uma modelização para uma situação concreta, por meio de uma IRI, se o tema possibilitar uma discussão sobre aspectos científicos, tecnológicos e sociais, pode possibilitar uma ACT. Para Maingain, Dufuor e Fourez (2008) o primeiro passo para iniciar a metodologia de IRI, trata-se de uma formulação da situação problema que será submetida a uma investigação interdisciplinar. Para isso, os autores consideram importante realizar alguns questionamentos:

O que se pretende tratar exatamente? O que está em jogo na problemática escolhida? Que ponto de vista se vai privilegiar? A partir de que posição se pretende falar? Quem está envolvido (como construtor e destinatário)? Quem se pretende sensibilizar, mobilizar, implicar? O que se vai ter em conta? (Maingain, Dufuor e Fourez, 2008, p. 86-87).

Com relação a esses questionamentos identificamos no fragmento T2U99 algumas considerações que dialogam com essas concepções de

Maingain, Dufuor e Fourez (2008) além de apresentar alguns aspectos acerca da importância do problema na construção de uma IRI:

T2U99: (...) é fundamental formular um problema que esteja relacionado à realidade dele, que o leve a refletir, a mobilizar continuamente o seu pensamento; a sentir a necessidade de construir outros conhecimentos; **a buscar nas teorias subsídios para resolvê-lo**; e que o possibilite a trabalhar com colegas que possuam diferentes visões de mundo (...). (Ruas, 2017, p. 78, grifo nosso).

Para Fourez, o problema concreto a ser abordado em uma IRI não necessita apresentar um caráter sociopolítico. No entanto, assim como o fragmento acima, outros que serão apresentados evidenciam a importância de um caráter social para o problema concreto. O fragmento acima, destaca a importância de que o problema que vai orientar a construção da IRI tenha início a partir de uma situação concreta que apresente significado para os estudantes e que ele deve estar relacionado com algo do seu cotidiano e que desperte o interesse deles. No entanto, emergem alguns questionamentos, “o problema deve partir de quem? Será que se o professor formular um problema, os objetivos apresentados no fragmento T2U99 serão alcançados? O problema formulado pelo professor, sem a participação dos estudantes, será concebido por eles como algo presente em seu cotidiano?

Neste sentido, o fragmento T2U46 apresenta aspectos que a autor considera importantes a serem consideradas na situação problema, e que reforçam os questionamentos realizados anteriormente e despertam outros:

T2U46: É importante lembrar que no dia a dia o aluno está sujeito a várias situações – na esfera social, familiar, escolar -, sendo assim, **a situação problema deve contemplar algo que desperte o seu interesse; que o motive e garanta a permanência dele durante todo o projeto; abordando um tema inovador e que esteja relacionado com o seu cotidiano**; tendo aspectos relevantes, tanto para o contexto educacional quanto para o **contexto social**. (Ruas, 2017, p. 44, grifo nosso).

A autora sugere que a relação com o cotidiano dos estudantes pode ser contemplada com a seleção de algo que seja inovador, mas isso é suficiente para despertar o interesse do estudante para participar ativamente do percurso e possibilitar a compreensão do mundo? O problema ser inovador é importante para fomentar o interesse e envolvimento dos alunos no projeto interdisciplinar.

No entanto, compreende-se que para possibilitar com que os estudantes explorem e compreendam seu próprio mundo, como sugere Fourez (1997), não basta o problema ser inovador, ele deve partir da realidade concreta do educando e ser adequadamente problematizado, de modo que desperte, no estudante e demais construtores da IRI, o interesse de realizar uma análise crítica para compreender o seu mundo e buscar mecanismos para transformá-lo.

Nesta perspectiva Ruas (2017) destaca a importância da problematização e pontua que ao se trabalhar em sala de aula com a perspectiva da problematização:

T3U98: não basta propor uma situação problema artificial sem objetivos previamente definidos ou a resolução de listas de exercícios, na qual o aluno utiliza de forma mecânica expressões matemáticas para resolvê-los (Ruas, 2017, p. 78).

Além disso é necessário,

T3U99: (...) formular um problema que esteja relacionado à realidade dele, que o leve a refletir, a mobilizar continuamente o seu pensamento; a sentir a necessidade de construir outros conhecimentos; a buscar nas teorias subsídios para resolvê-lo (Ruas, 2017, p. 78).

Esse ponto de vista sinaliza que uma situação problema deve ser construída com os estudantes, ou para os estudantes após um estudo do seu contexto. Nesse segundo caso, o papel do professor é fundamental ao realizar a problematização, pois a mediação realizada na problematização precisa promover uma análise crítica da situação problema, para que ela seja reconhecida pelos estudantes e assim assumida como concreta: uma situação problema presente no seu contexto.

Neste sentido, destacamos que, o propositor da metodologia sinaliza que o percurso interdisciplinar não deve ser compreendido como sinônimo de um ensino de tipo temático, pois ele não explora uma problemática particular “*com vistas a uma ação comum*” promovendo uma abordagem integrada (Maingain, Dufour e Fourez, 2008, p.70). O ensino por tema, poderá até fomentar a interação dos professores envolvidos na abordagem estruturada, propiciando que cada envolvido apresente sua visão no decorrer do processo, mas

geralmente cada um faz a sua parte do trabalho sem contribuir com a do outro. Esse é o ponto diferencial com a metodologia para construção de uma IRI: a negociação entre as partes envolvidas, para construção de uma resposta, comum para todos.

Inferimos, portanto, que seja nesse sentido a crítica de Fourez e colaboradores ao ensino de tipo temático, pois se tratado apenas como elemento motivacional apresenta um caráter reducionista, multidisciplinar, ou até mesmo, disciplinar. Esta perspectiva geralmente desconsidera a existência de construções subjacentes à produção de conhecimentos científicos e tecnológicos. Neste cenário, as aulas continuam pautadas em um viés conteudista, fragmentado e acrítico; e o emprego dos temas nas aulas, de uma ou mais disciplina escolar, servem para “dourar a pílula”, ou seja, apenas mascara a fragilidade da abordagem puramente tradicional do ensino.

Para propiciar a ACT o tema precisa se apresentar como uma situação problema exposta aos estudantes por meio de uma problematização, suscitando discussões que envolvam aspectos científicos, tecnológicos, sociais e políticos, que de alguma forma esteja presente no seu contexto. A resolução da situação problema precisa motivar os estudantes a buscar novas representações que os ajudem a compreender quais os impactos dela na realidade por eles vivenciadas.

Além disso, na proposição das etapas para construção de uma IRI Fourez (1997) enfatiza que há a contribuição dos professores para promover a integração de conhecimentos disciplinares na análise da situação a ser abordada, visando desenvolver a ACT, a partir de um problema concreto.

Neste cenário, o professor precisa entender que a integração é algo posterior a interação, logo não basta os professores trabalharem juntos mobilizando conhecimentos relacionados ao problema. A integração requer mais que interação, pois solicita dos envolvidos no processo construtivo, professores e estudantes sejam eles construtores e os próprios destinatários da IRI, negociar como será materializada a representação e as diferentes contribuições disciplinares. Desta forma, é necessário problematizar a situação, realizar a negociação e análise crítica dos diferentes pontos de vista, a fim de que, em conjunto com os estudantes, seja desenvolvida a representação interdisciplinar. Deste modo, o estudo realizado por Ruas (2017) revela que:

T3U105: (...) os professores compreendem a necessidade de propor uma situação problema que retire o aluno da sua zona de conforto e que o estimule a refletir criticamente sobre o problema. Para tanto, evidenciamos que a elaboração de um problema não é algo simples e, por isso, cuidados precisam ser adotados. (...) ao propor um problema, é preciso inicialmente analisar qual o nível de conhecimento dos alunos e quais saberes eles carregam consigo. (...) a situação problema deve garantir o protagonismo do aluno, ou seja, é ele quem deve buscar respostas para solucioná-lo. (Ruas, 2017, p. 201).

Além disso, a autora destaca que é pertinente aproximar o problema da realidade do aluno, no entanto deve-se ter cautela para que essa preocupação não seja considerada uma contextualização. Como pontua, Ricardo (2005) existe uma simplificação, ou a mera utilização da contextualização como ilustração do cotidiano. Ruas (2017) destaca que essa vertente de contextualização não é o mesmo que defendido por Freire (1987), que enfatiza a leitura crítica da realidade para que se tenha condições de transformá-la.

Neste sentido, a problematização do problema concreto atribui a ele um viés não apenas epistemológico como defende Fourez (1997), mas social e transformador. Nesse sentido, nossa concepção de problema concreto está pautada em uma problemática real, que parte de um estudo da realidade e possibilita a leitura crítica do mundo. Além disso, compreendemos que essa vertente de contextualização, ou, o de ensino tipo temático, geralmente desconsidera a existência de construções subjacentes à produção de conhecimentos científicos e tecnológicos. Neste cenário, as aulas continuam pautadas em uma abordagem conteudista, fragmentado e acrítico; e o emprego dos temas nas aulas, de uma ou mais disciplina escolar, apenas mascara a fragilidade da abordagem puramente tradicional do ensino.

Nesta circunstância, por exemplo, o ensino de um professor de química, abordando o tema plástico, não deixará de ser tradicional se ele explicar polímeros apenas citando o tema ou inserido na abordagem como elemento motivacional. Não bastaria também, mencionar que o plástico, amplamente utilizados pela sociedade, é uma das classes dos polímeros. Saber o que é, e a sua relação com o conceito científico, não traz abertura para uma discussão que propicie os objetivos da ACT. Ele pode apresentar o conceito científico do termo polímeros e dourar a pílula, mas após essa menção, muitas vezes o caráter tradicional da aula é retomado e o problema apresentado (*O que é um plástico?*) é resolvido de forma mecânica.

Para propiciar a ACT o tema precisa se apresentar como uma situação problema exposta aos estudantes por meio de uma problematização, suscitando discussões que envolvam aspectos científicos, tecnológicos, sociais e políticos. A resolução da situação problema precisa motivar os estudantes a buscar novas representações que os ajudem a apreender quais os impactos dele na realidade de cada sujeito.

O fragmento T3U05, reforça esse ponto de vista ao sinalizar que:

T3U05: No ensino, a IR deve buscar solucionar problemas relacionados ao cotidiano do aluno, baseando-se na construção de modelos derivados de uma situação concreta. A representação através de IR deve trazer uma melhor compreensão e capacidade de decisão frente a uma situação complexa. (Nicoletti, 2017, p. 75, grifo nosso).

Destacamos nesse fragmento aspectos que sinalizam a importância de uma situação problema, vinculada ao cotidiano do estudante, concebida por ele como concreta, e por esse motivo com potencial de impulsionar uma tomada de decisão, envolvendo-se ativamente na análise da situação para encontrar uma solução para algo que, de alguma forma, realmente o afeta. Por este motivo diversos autores (Pietrocola, Pinho Alves e Pinheiro, 2016; Nehring et al., 2002; Bettanin; 2003; Schmitz, 2004), sinalizam a necessidade de incluir mais uma etapa para o desenvolvimento de uma IRI.

Endossamos a necessidade sinalizada por esses autores de uma etapa zero, pois entendemos que ela não foi indicada explicitamente na discussão em que Maingain, Dufour e Fourez (2008) resumem a metodologia para construção de uma IRI. Este momento seria vivenciado por aqueles construtores com maior conhecimento sobre a metodologia que orienta a prática interdisciplinar e outros com conhecimento do contexto real. Juntos assumiriam a elaboração da situação problema, o planejamento das demais etapas e das atividades que as compõem, e a elaboração de um cronograma para execução do percurso interdisciplinar.

Os trechos T2U41 e T3U11, apresentam a relevância da etapa zero na elaboração de uma IRI.

T2U41: Neste trabalho, considera-se a **etapa zero** como um elemento de extrema relevância para a elaboração e execução de uma Ilha de Racionalidade, pois é nessa fase que o professor elabora a situação problema que fundamentará o projeto; desenvolve o planejamento da

Ilha de Racionalidade e analisa as estratégias que serão adotadas (Ruas, 2017, p. 43, grifo nosso).

T3U11: Para que uma IIR fique bem organizada é necessário que o professor esquematize tudo o que é possível ser trabalhado acerca do tema que escolher. **A própria escolha do tema é algo a ser pensada, ela poderá surgir de uma necessidade local do município, da comunidade onde a escola está inserida ou até mesmo uma particularidade da própria turma.** Para tanto, faz-se necessário um levantamento prévio das atividades pelo professor. Vários autores apontam a importância dessa etapa, descrita como **'etapa zero'** da metodologia (Nicoletti, 2017, p. 77-78, grifo nosso).

A partir dos trechos apresentados podemos perceber a importância do problema concreto na metodologia de IRI, desta forma inferimos que a etapa zero é concebida como um meio de ter acesso às necessidades dos alunos e em que universo estão inseridos. Além disso, o segundo trecho destaca que o problema concreto deve apresentar uma complexidade mobilizadora, ou seja, deve estar articulado aos projetos de vida do sujeito, deve apresentar um significado social em que seja possível *“desencadear todo um processo no qual o sujeito deverá recorrer às suas representações e verificar, a pertinência das mesmas* (Meirieu, 1998, p. 62).

Compreendemos que a situação problema concreta deve integrar a dimensão epistemológica da existência humana com a experiência da vida cotidiana dos construtores, estudantes e professores, alcançando uma dimensão ética, política, econômica, dentre outras. Neste sentido, recorreremos a algumas considerações de Andreola (1993) para alicerçar algumas compreensões.

O conhecimento engloba a totalidade da experiência humana. **O ponto de partida é a experiência concreta do indivíduo, em seu grupo ou sua comunidade.** Esta experiência se expressa através do universo verbal e do universo temático do grupo. As palavras e os temas mais significativos deste universo são escolhidos como material para (...) a elaboração do novo conhecimento, **partindo da problematização da realidade vivida** (Andreola, 1993, p. 33, grifo nosso).

Corroboramos com as compreensões do autor, de que para atingir os objetivos da ACT pela metodologia proposta por Fourez para construção de uma IRI para uma situação particular é necessário que ela seja um problema concreto, vinculado a experiência concreta dos indivíduos. Logo, o desvelamento deste problema deve estar pautado no estudo da realidade dos estudantes, sua escola, sua comunidade, seu mundo.

Concebemos, assim como os autores dos trabalhos aqui discutidos, que atualmente é ainda mais urgente possibilitar uma ACT aos educandos, de qualquer nível de ensino. Realizar um Ensino de Ciências que almeje que os estudantes, a partir da vivência ativa do processo didático, compreendam e analisem de maneira crítica os construtos advindos da Ciência e Tecnologia.

O trabalho de Ruas (2017) sinaliza as contribuições da abordagem de temas geradores, no entanto, a autora não realizara o processo de Investigação Temática, visto que não era o objetivo de sua pesquisa. No entanto, seus argumentos possibilitam a compreensão sobre a importância de um viés problematizador para o problema concreto. Desta forma, sinalizamos que uma possibilidade de efetivar a ACT a partir da metodologia de IRI, seja a partir do desvelamento de um tema gerador a partir do processo de Investigação Temática (Freire, 1987). Desta forma, ele seria desvelado a partir do estudo da realidade dos estudantes, apresentando reais significados e possibilitando uma leitura crítica da realidade. No entanto, as discussões de Fourez (1997; 2008) indicam a necessidade da integração de conhecimentos de pelo menos duas disciplinas distintas no percurso interdisciplinar, mas não sinalizam que uma delas precisa necessariamente explorar um caráter social-político, para assim promover a ACT. Essa concepção é identificada de forma explícita na discussão sobre a ACT concebida por Fourez, em um dos trabalhos analisados.

T6U9: dentro da ACT o objetivo é o indivíduo saber dialogar e se comunicar com os outros. Para que haja comunicação é preciso que as duas ou mais pessoas tenham conhecimento sobre o assunto, caso contrário, fará de uma pessoa apenas um receptor. A comunicação é importante pois a falta de diálogo impossibilita a negociação. (Strefezza, 2020, p. 63).

A autora sugere que seria importante privilegiar uma discussão contemplando aspectos sociais e políticos, mas não considera que só assim é possível promover ACT. Contrário a esse ponto de vista, defendemos que para a metodologia fomentar uma ACT nos sujeitos, o problema concreto deve apresentar a mesma essência do Tema Gerador. Compreendemos que desta forma é possível proporcionar uma ACT para que todos tenham a possibilidade de se situar culturalmente perante as construções da ciência e tecnologia e compreender a realidade em que está inserido.

Verificamos nos trabalhos que buscam aproximação da metodologia para construção de uma IRI que esse entendimento fica implícito na discussão sobre o problema concreto a partir da qual inicia-se o percurso interdisciplinar.

T1U1: O problema deve estar presente nos interesses da comunidade e da sociedade onde os participantes estão imersos e pode ter um caráter sociocultural, político ou tecnológico. Deve ser pensado de modo a ser exequível no tempo disponível e com os recursos materiais e humanos disponíveis (Lisboa, 2017, p. 37).

Além disso, é possível possibilitar a análise crítica sobre situações do dia a dia, desenvolvendo a autonomia nos indivíduos, a possibilidade de “negociar” perante algumas situações ou com algumas pessoas que emergirem ao longo da caminhada cotidiana, e, analisar de forma crítica e consciente as informações que se desvelam pelos meios de comunicação.

Ao longo das discussões expressas, sinalizamos como compreensão emergente que a situação problema concreta desenvolvida em uma IRI apresente a mesma essência de um tema gerador, ou seja, que seja desvelado a partir do processo de Investigação Temática. Neste sentido, nos fragmentos T2U88 e T2U90 é explicitado uma discussão sobre a importância dos temas geradores:

T2U88: (...) a opressão tem como principal instrumento a educação, baseada no “depósito” da informação, na qual o aluno não tem liberdade para produzir novos conhecimentos, ser criativo e transformar o seu meio. Essa concepção freiriana aponta para a necessidade do professor compreender a estrutura e a dinâmica das ideias e do pensamento do aluno. Exigindo, assim, um processo de busca e investigação, o qual Freire denomina de investigação temática, pelos **temas geradores**. (Ruas, 2017, p. 74, grifos da autora).

T2U90: A investigação temática se dá, justamente, por meio do diálogo. Diálogo esse entre aluno e professor, envolvendo algo que lhe é familiar, valorizando o que lhe é significativo, como por exemplo, os desafios vividos por ele em sua realidade. **Esse diálogo deve ser estabelecido com o aluno e não sobre ele, e sempre sobre alguma coisa, para que ele tenha condições de participar. Caso isso não aconteça, a investigação temática corre o risco de ser reduzida a esquemas rígidos e o aluno passa a ser “objeto passivo de sua ação investigadora”.** (Ruas, 2017, p. 75, grifos da autora).

A autora sinaliza as contribuições da abordagem de temas geradores, no entanto, não realiza o processo de Investigação Temática, visto que não era o objetivo de sua pesquisa. Usamos seus argumentos para reforçar nosso ponto

de vista sobre a importância de um viés problematizador para a situação problema concreta. Contudo, desenvolver práticas sob tal viés torna-se um grande desafio, pelo fato de estarem desconectadas das práticas cotidianas dos professores. Emerge a necessidade de pensar a formação de professores.

T5U11: (...) saber quais aspectos seriam necessários para formar professores capazes de promover a ACT com seus futuros alunos (Oliveira, 2019, p. 28).

Se queremos estudantes alfabetizados científica e tecnologicamente estamos cuidando para formar os professores com saberes necessários para orientar uma prática interdisciplinar tal como Fourez propõe? Concordamos que as interações discursivas merecem atenção (Oliveira, 2019, p. 46), pois “[...] o discurso dos professores e a resposta dos alunos são interligados”. A problematização da situação problema concreta selecionada pelo professor, com objetivo de promover a ACT pode direcionar a resposta dos estudantes e as argumentações por eles construídas. Mas para “que um professor possa desacorrentar” os estudantes do ensino tradicional vivenciado desde seu primeiro contato com a escola, “precisa primeiro desacorrentar a si mesmo (Strefezza, 2020, p.50).

Concordamos que é preciso abandonar a prisão do ensino tradicional, no qual se formou como estudante e depois como professor para orientar um percurso interdisciplinar com vistas a ACT, promovendo a

T6U3: (...) valorização da discussão, do conhecimento, do diálogo, do pluralismo, da racionalidade que, de uma forma ou de outra, são alicerces de conceitos e proposições de Fourez (Strefezza, 2020, p. 58).

Ao discutir uma situação problema concreta com os estudantes um professor desvela sua posição política sem precisar fazer militância, no sentido de apoiar fervorosamente uma causa esquecendo-se de que a discussão de problemas sociais potencializa a aproximação e compreensão de conceitos científicos. Ao envolver o estudante em uma discussão com o objetivo de efetivar a problematização da realidade, tal como a proposta por Freire (1992), o professor o ajuda a construir um conhecimento a partir da intersubjetividade do diálogo, mediado pelo mundo. Sua posição política seria reflexo de uma

participação ativa no processo de Ensino de Ciências e que percebe a escola como ambiente para promover a transformação social. A escola não seria um local para transmitir ou depositar conhecimentos e valores aos estudantes, no qual sobrevivem concepções mecanicistas, positivistas e bancárias de ensino, mas sim um espaço como Andreolla (2006) sinaliza, local de construção coletiva de conhecimentos pautados no diálogo.

T6U4: Para isso, o professor deve desenvolver uma postura dialógica em suas aulas, promovendo debates em que o aluno possa tomar parte com suas próprias ideias. Nesse sentido, o papel do professor não está em revelar a realidade dos educandos, mas de ajudá-los a desvendar a realidade por si mesmos. Dessa forma, o papel do professor não é impor valores ou simplesmente fornecer a solução para problemas [...], mas de ajudar o educando a compreender diferentes valores e alternativas para selecionar por si mesmo o caminho possível a percorrer (Strefezza, 2020, p.58).

Como apresentado, é notório a potencialidade da abordagem de problemas concretos que apresentem o caráter social. Além disso, podemos considerar pelas explicitações a importância de problemas com o mesmo viés dos temas geradores, como sugere Freire (1987).

3.2 Pontuações emergentes

A partir deste estudo foi possível concebermos como se desvela a ACT nos trabalhos que abordam a metodologia de IRI na formação de professores de ciências. Ademais, pudemos destacar a urgência de pesquisas nessa nuance, visto que dos seis trabalhos analisados apenas dois discutem de forma explícita, quais as contribuições das propostas para a promoção da ACT.

Além disso, pela característica fenomenológica da ATD foi possível compreender como se apresenta a ACT nesses trabalhos. Por conseguinte, pontuamos a urgência em pesquisas que explicitem os objetivos da ACT contemplados pela metodologia de IRI, visto que um dos eixos centrais da metodologia é fomentar a ACT aos sujeitos. Ademais, foi possível entender que a ACT possui uma característica humanista e transformadora, pois objetiva possibilitar aos sujeitos o reconhecimento da importância do seu papel na sociedade, bem como da potencialidade de sua voz em questões de caráter social. Desta forma, pudemos tecer compreensões de que o modelo formativo de professores como intelectuais transformadores apresenta a mesma essência transformadora que a ACT.

Nesta perspectiva, cabe explicitar que a abordagem da alfabetização contemplada neste trabalho visa o empoderamento não só dos alunos, mas também do professor como parte de um projeto mais amplo de reconhecimento e reconstrução de seu papel social e político. Assim, como Giroux (1990) salienta, nesses parâmetros a ACT é uma pré-condição para o engajamento no trabalho pedagógico e na ação social.

As compreensões tecidas neste estudo nos apontam para a necessidade em realizar pesquisas que fomentem a ACT a partir da metodologia de IRI. Além disso, evidenciamos que para concretizar estas ações em salas de aula, em todos os níveis do ensino, é necessário realizar uma reflexão sobre a formação docente, pois entendemos que esta prática não se concretiza de um dia para o outro. Pontuamos ainda que para possibilitar a formação de um sujeito alfabetizado científica e tecnologicamente é necessário que a formação docente esteja fundamentada em um viés que se aproxime da essência da ACT, ou seja, deve estar pautada em uma perspectiva crítica, emancipatória e transformadora.

É por este motivo que evidenciamos a necessidade da formação de professores como intelectuais transformadores, por compreendermos que este modelo formativo compactua dos mesmos ideais de transformação e formação crítica que a ACT. Logo, vislumbramos em trabalhos futuros podermos contribuir com pesquisas que articulem a metodologia de IRI objetivando fomentar uma ACT e a formação de professores como intelectuais transformadores, de modo a perpetuar um ensino transformador e igualitário.

Ainda, foi possível tecer compreensões acerca do conceito de tema, problema concreto e situação problema na metodologia de IRI. Assim como Gérard Fourez entendemos que abordagem de tipo temática não possibilita uma abordagem interdisciplinar, nem solicita uma solução concreta, construída pela negociação com os construtores.

A abordagem de temas baseia-se na mera apresentação de temas como forma de dourar a pílula, ou seja, trata-se de uma abordagem disciplinar ou multidisciplinar de ensino. Enquanto o problema concreto e a situação problema na perspectiva de Fourez exige uma solução concreta, que parte da negociação e da integração de conhecimentos dos construtores. O processo de análise possibilitou e conduziu a reflexão sobre a importância do problema concreto, tornando possível expressarmos uma síntese das compreensões no quadro abaixo:

Quadro 3: Síntese da diferenciação entre ensino de tipo temático, situação problema concreta e tema gerador na metodologia de IRI.

Assunto	Tema	Quem define	Conteúdo	Descrição
Ensino de tipo temático	O que é um plástico?	O professor	Polímeros Química	O tema surge como sinônimo do próprio conteúdo científico, ou como meio para “dourar a pílula”. Neste caso, a resposta para a questão não precisa necessariamente ser negociada, podendo ser considerada “interno à própria ciência”. (AULER,

				DALMOLIN e FENALTI, 2009).
Situação problema concreta	A era do plástico: Por que nos últimos anos tornou-se frequente o uso de embalagens plásticas, surgindo com isso, a importância em repensar seu uso?	O professor/professor e alunos	Interdisciplinar Química Biologia Economia Ecologia Sociologia Geografia	Neste caso o tema apresenta um viés interdisciplinar. Além disso, é passível de uma problematização a fim de que os educandos a compreendam como concreta. Logo, podem ser realizadas algumas problematizações: como o plástico pode ser reutilizado? É realizada coleta seletiva no seu bairro?
Tema Gerador	O descarte de materiais plásticos no rio Anhanduí.	O tema é desvelado a partir processo de Investigação Temática	Interdisciplinar Química Biologia Economia Ecologia Sociologia Geografia Ciências políticas	O objetivo é investigar a realidade dos sujeitos, a partir de um diálogo problematizado, explicitando suas visões a fim de possibilitar o reconhecimento da sua realidade e na busca por uma temática significativa desvelada a partir de uma metodologia - a Investigação Temática. O reconhecimento da realidade possibilita o reconhecimento de situações-limites, que consistem em

				obstáculos que impedem os sujeitos envolvidos de apresentarem um julgamento crítico da problemática local.
--	--	--	--	--

Fonte: elaborado pelas autoras.

Defendemos que para que a metodologia de IRI contemple os objetivos da ACT o problema concreto deve apresentar a mesma essência de um tema gerador, apresentando desta forma significados reais para que os estudantes possam compreender a realidade em que estão inseridos. Além disso, sinalizamos que caso a situação problema concreta seja escolhida pelo professor, deve ser realizada a problematização para que os estudantes possam compreendê-la como concreta, e se engajem no percurso da prática interdisciplinar.

Desta forma, entendemos que para que a metodologia de IRI promova os objetivos da ACT, é necessário que o problema concreto seja desvelado a partir de uma problematização realizada com os estudantes, a fim de compreender o contexto em que estão inseridos e situações concretas que apresente significados reais. Compreendemos que a abordagem de um tema gerador, concebido pelo estudo da realidade local, se constitui como uma alternativa para obter um problema concreto que possibilite com que os estudantes possam realizar uma leitura crítica do contexto em que estão inseridos e possibilitar a ACT. Para tanto, é necessária uma formação docente, ou a construção de uma identidade docente que se enquadre nesses pressupostos progressistas.

Todas as explicitações apresentadas tencionaram a elaboração de um ensaio teórico metodológico para uma abordagem interdisciplinar pautada em um viés crítico-transformador que apresentaremos nos próximos capítulos.

REFERENCIAS

ANDREOLA, Balduino A. O Processo do Conhecimento em Paulo Freire. **Educação e Realidade**, v.18, n.1, p. 32-45, 1993.

AULER, Décio; DALMOLIN, Antônio Marcos Teixeira; FENALTI, Veridiana dos Santos. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 67-84, 2009.

AULER, Décio. **Cuidado! Um cavalo viciado tende a voltar para o mesmo lugar**. Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2018.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172001030203>

BETTANIN, Eleani. **As ilhas de racionalidade na promoção dos objetivos da alfabetização científica e técnica**. 2003. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2003.

CONTRERAS, José. **A autonomia de professores**: Cortez Editora, 2012.

COSTA, Alessandra Santa Clara da. **Construção de ilha de racionalidade baseada na temática formigas: uma experiência para professores de ciências em formação inicial**. Dissertação. 2019. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Brasil, 2019.

COSTA, Jaqueline Moraes; PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. O ensino por meio de temas-geradores: a educação pensada de forma contextualizada, problematizada e interdisciplinar. **Imagens da Educação**, v. 3, n. 2, p. 37-44, 2013.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, p. 89-100, 2003.

DELIZOICOV, Demétrio. Ensino de física e a concepção freireana de educação. **Revista de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. Formação de professores, trabalho docente e suas repercussões na escola e na sala de aula. **Educação & Linguagem**, v. 10, n. 15, p. 82-98, 2007.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. Da racionalidade técnica à racionalidade crítica: formação docente e transformação social. **Perspectivas em Diálogo: revista de educação e sociedade**, v. 1, n. 1, p. 34-42, 2014.

FERNANDES, Fabiana Martins. **Ilhas interdisciplinares de racionalidade: uma proposta para o estudo da importância da água**. 2017. Dissertação. Universidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Caxias do Sul, Brasil, 2017.

FERREIRA, Marinês Verônica; MUENCHEN, Cristiane; AULER, Décio. Desafios e potencialidades em intervenções curriculares na perspectiva da abordagem temática. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 21, 2019.

FOUREZ, Gérard. **Literacia científica e tecnológica: sobre as finalidades do ensino de ciências**. Ediciones Colihue SRL, 1997.

FOUREZ, Gérard. Crise no ensino de ciências? **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.

FOUREZ, Gérard. **Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Ediciones Colihue SRL, 1997.

FOUREZ, Gérard. **A construção das ciências: As lógicas das invenções científicas**. Lisboa: Instituto Piaget, 2008a.

FOUREZ, Gérard. **Educar: docentes, alunos, escolas, éticas, sociedades**. Aparecida, SP: Ideias & Letras, 2008b.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Editora Paz e Terra, 1980.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17^a. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREITAS, Wélica Patrícia Souza de.; Queirós, Wellington Pereira de. O cenário das pesquisas sobre Formação de professores de ciências na perspectiva progressista. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n.1, p. 154-178, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n1p154>

FREITAS, Wélica Patrícia Souza de.; Queirós, Wellington Pereira de. A politização docente para o enfrentamento de uma situação-limite por meio de intervenções didáticas pautadas na perspectiva Giroux-CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, p. 292-312, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n2p293>

GATTI, Bernardete A. Formação de professores: condições e problemas atuais. *Revista internacional de formação de professores*, v. 1, n. 2, p. 161-171, 2016. Disponível em: <https://periodicos.itp.ifsp.edu.br/index.php/RIFP/article/view/347/360>. Acessado em: 18 Out. 2021.

GIROUX, Henry. Literacy and the pedagogy of politics empowerment. In: *Freire, P.; Macedo, D. Literacy: Reading the word and the world*. Routledge, 1-27, 1990.

GIROUX, Henry. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas. (1997).

GIROUX, Henry. **Escola crítica e política cultural** (D. M. L. Zibas, trad., 5a ed.). São Paulo: Autores Associados, 1992.

KLEIN, Sabrina Gabriela; PEREIRA, Diuliana Nadalon; MUENCHEN, Cristiane. Avaliação da aprendizagem na abordagem temática: um olhar para os três momentos pedagógicos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 1, p. 375-387, 2021.

KRASILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo das ciências**. Editora Pedagógica e Universitária, 1987.

LISBOA, Eliana. **Inserção da interdisciplinaridade na formação de licenciandos em física**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil, 2017.

MAINGAIN, Alain; DUFOUR, Barbara; FOUREZ, Gérard. **Abordagens didáticas da interdisciplinaridade**. Tradução de Joana Chaves. Lisboa: De Boerck & Larcier, 2008.

LEONEL, André Ary. **Nanociência e nanotecnologia: uma proposta de ilha interdisciplinar de racionalidade para o ensino de física moderna e contemporânea no Ensino Médio**. 2012. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2012.

LORENZETTI, Leonir. **A alfabetização Científica e Tecnológica: pressupostos, promoção e avaliação na Educação em Ciências**. In: MILARÉ, Tathiane. et al. *Alfabetização Científica e Tecnológica na Educação em Ciências: fundamentos e práticas*, 2021.

MEIRIEU, Philippe. **Aprender... sim, mas como?** Artmed, 1998.

MIRANDA, Ana Carolina Gomes; PAZINATO, Maurícus Selvero; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. Temas geradores através de uma abordagem temática freireana: contribuições para o ensino de ciências. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 7, n. 3, 2017.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. Rio Grande do Sul: Editora Unijuí, 2016.

MUENCHEN, Cristiane. **A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

NEHRING, Cátia Maria et al. 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, p. 88-105, 2002.

NASCIMENTO, Fabrício do; Fernandes, Hylío Loganá; Mendonça, Viviane Melo de. (2010). O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, v. 10, n.39, p. 225-249. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8639728/7295>. Acessado em: 18. Out. 2021.

NICOLETTI, Elenize Rangel. **A interdisciplinaridade em diferentes contextos educacionais: contribuições para o ensino de biologia**. Santa Maria: Tese (Doutorado em Educação em Ciências), Universidade Federal de Santa Maria, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/13393>. Acessado em: 10. Out. 2021.

OLIVEIRA, Ana Carolina Dias. **Alfabetização científica e tecnológica na formação inicial de professores de química**. Araras: Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática), Universidade Federal de São Carlos, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11335>. Acessado em: 16. Out. 2021.

PACHECO, Patrícia Quaresma. **Meio ambiente e lixo eletrônico: uma abordagem CTSA, a partir de uma ilha interdisciplinar de racionalidade, no ensino de ciências**, 2018. Dissertação. (Educação em Ciências e Matemáticas), Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

PEREZ GÓMEZ, Ángel. I. **Calidad de la enseñanza y desarrollo profesional del docente**. In *Sociedad, cultura y educación: homenaje a la memoria de Carlos Lerena Alesón* (p. 367-400). Universidad Complutense de Madrid, 1991.

PIETROCOLA, Maurício; PINHO ALVES, José de; PINHEIRO, Terezinha de Fátima. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 131-152, 2016.

PINHO ALVES, Jose de. **Uma prosa sobre interdisciplinaridade e Fourez**. In: MILARÉ, Tathiane. et al. **Alfabetização Científica e Tecnológica na Educação em Ciências: fundamentos e práticas**, 2021.

RUAS, Paloma Aline Alvez Rodrigues. **Interdisciplinaridade, problematização e contextualização: a perspectiva de um grupo de professores em um curso de formação**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-10052017-144001/pt-br.php>. Acessado em: 16. Out. 2021.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, 1-23, 2002.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2016.

SILVA, MONICA RIBEIRO DA. A BNCC da reforma do ensino médio: o resgate de um empoeirado discurso. **Educação em revista**, v. 34, p. e214130, 2018.

SCHMITZ, César. **Desafio docente**: As ilhas de racionalidade e seus Elementos interdisciplinares. 2004. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2004.

SCHMITZ, César; PINHO ALVES, José de Pinho. Ilha de racionalidade e a situação problema: o desafio inicial. **Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**, 2004.

STREFEZZA, Tayná Figueiredo. **As ilhas interdisciplinares de racionalidade na formação continuada de assessores pedagógicos: uma proposta interdisciplinar para o ensino de temas socioambientais**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência), Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/192375>. Acessado em: 10. Out. 2021.

SCHÖN, Donald. **The reflective practitioner**: How professionals think in action. Londres: *Temple Smith*, 1983.

SCHÖN, Donald. **La formación de profesionales reflexivos**: hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones/Educating the reflective practitioner: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia, 1992.

VIANNA, Ilca Oliveira de Almeida. **A formação de docentes no Brasil**: história, desafios atuais e futuros. In: RIVERO, Cleia Maria; GALLO, Silvio. (orgs.). A formação de professores na sociedade do conhecimento. *Bauru: Edusc*, p. 21-54, 2004.

[REDACTED]

⁷ O conteúdo apresentado a partir desta etapa da tese será publicado como livro, portanto, foi protegido devido aos direitos autorais.

[REDACTED]

[Redacted text block]

[REDACTED]

[Redacted text block]

[REDACTED]

[Redacted text block]

[Redacted]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[Redacted text block]

[REDACTED]

[Redacted line]

[Redacted block]

[Redacted text block]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[Redacted text block]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[Redacted text block]

[REDACTED]

[Redacted text block]

[Redacted]

[Redacted text block]

[Redacted text block 1]

[Redacted text block 2]

[Redacted text block 3]

[Redacted text block 4]

[Redacted text block 5]

[Redacted line]

[Redacted line]

[Redacted block]

[Redacted line]

[Redacted]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[REDACTED]

[Redacted text block]

[Redacted text]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

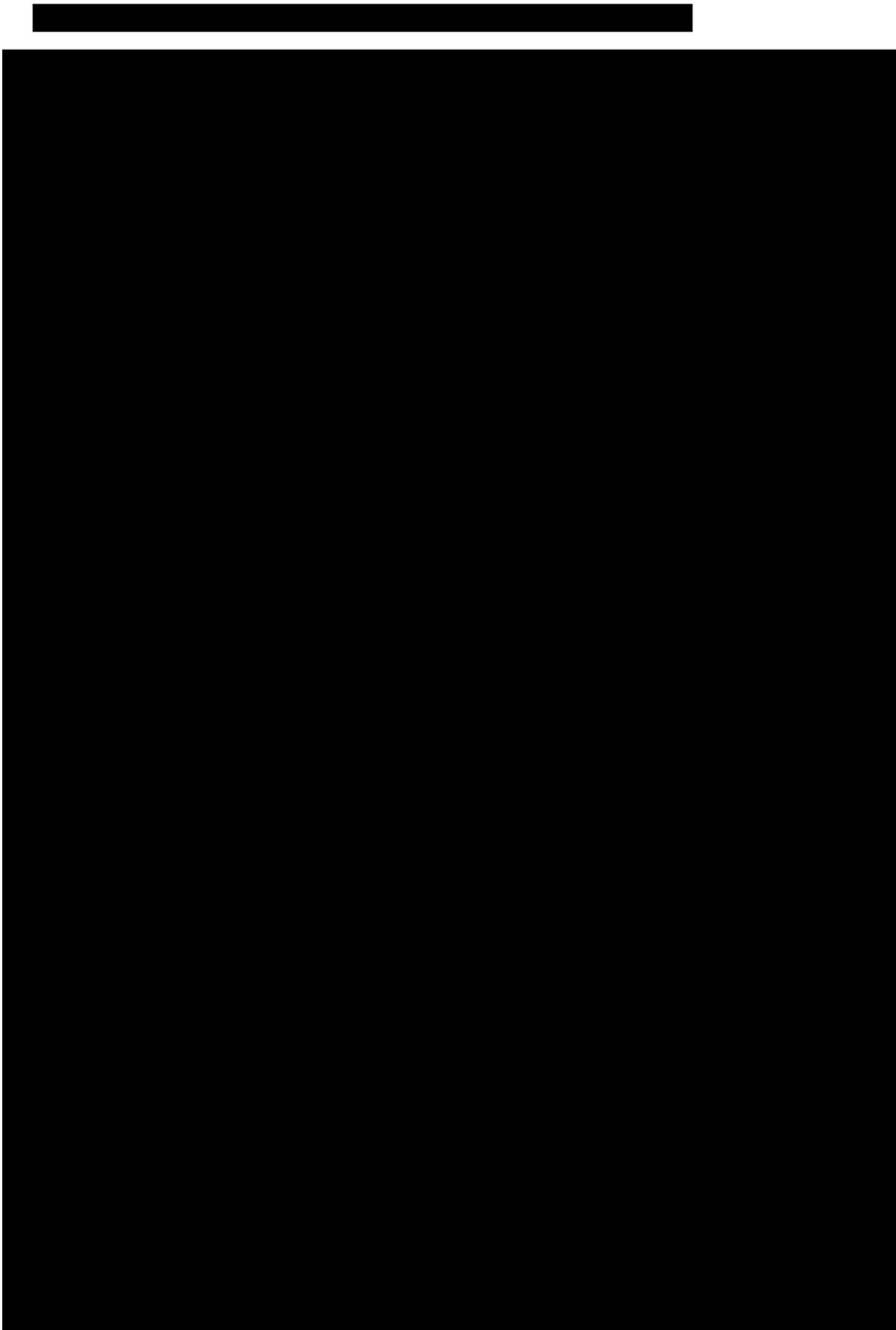
[Redacted]

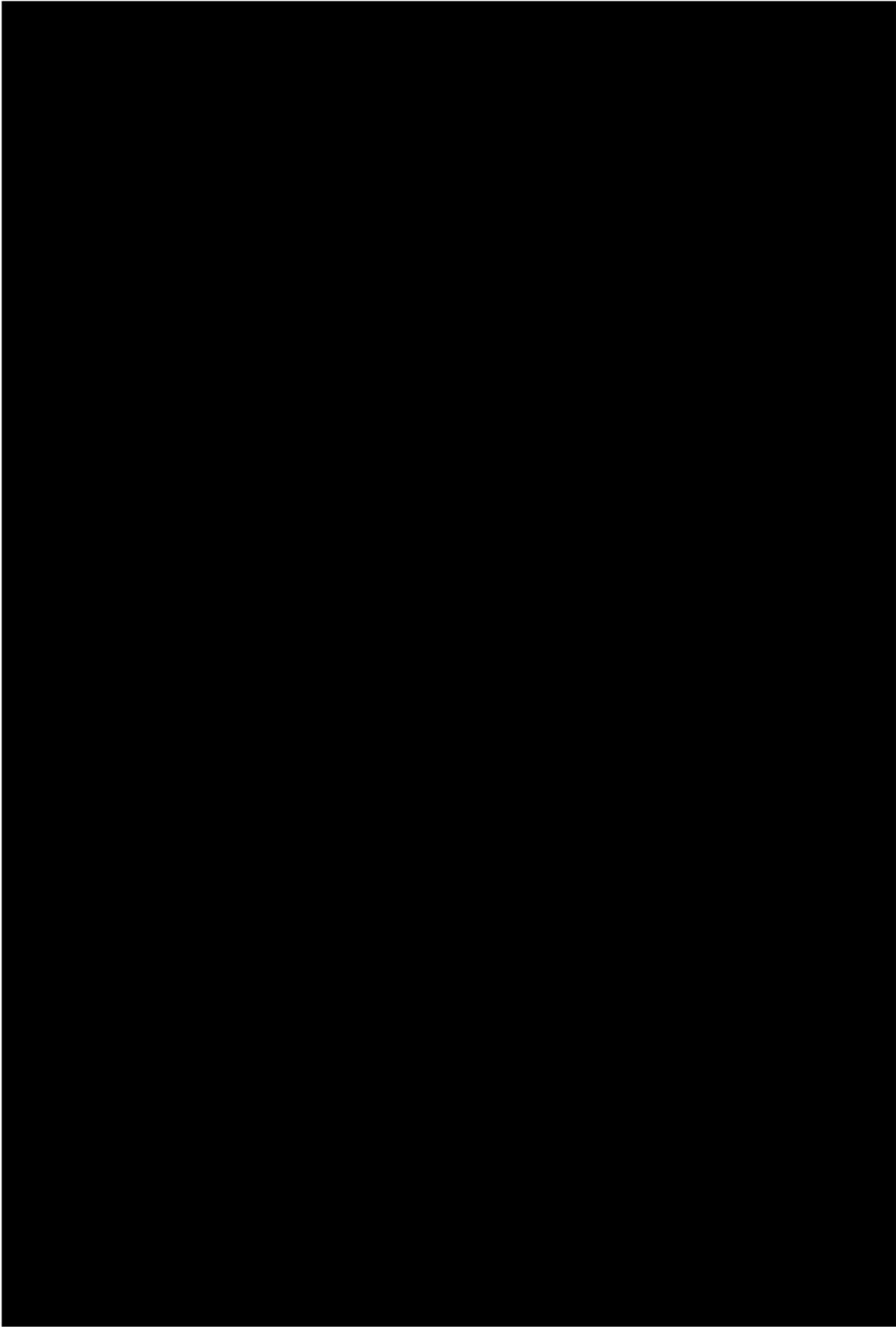
[Redacted]

[Redacted]

[Redacted text block]

[Redacted]





[Redacted]

[Redacted text block 1]

[Redacted text block 2]

[Redacted text block 3]

[Redacted text block 4]

[Redacted text block]

[REDACTED]



[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[REDACTED]

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, buscamos explicitar as nuances compreensivas na metodologia de IRI que foram desveladas a partir dos aspectos da formação docente em nosso cenário de análise. Compreendemos que no contexto atual é urgente viabilizar uma educação com vistas à ACT, e as razões são várias, desde a formação de cidadãos com a capacidade de comunicar com seus pares, de atuar criticamente nas decisões que lhes envolvem diretamente, capacidade de reconhecer a importância da ciência e tecnologia bem como suas limitações, avaliar a credibilidade das informações que se tem acesso, dentre outras.

Entendemos que possibilitar uma educação pautada na ACT e que fomenta seus objetivos não é uma tarefa fácil, no entanto, o presente estudo nos sinalizou algumas possibilidades. Como por exemplo, que para realizar a metodologia de IRI, alcançando a partir dela os objetivos da ACT, é necessário que a formação de professores de ciências siga os mesmos objetivos da ACT, para isso torna-se necessário realizar reflexões acerca dos encaminhamentos da formação docente, visto que tal formação não se efetiva de maneira fácil e nem rápida.

Além disso, destacamos que em todas as etapas do desenvolvimento de uma IRI, se faz necessário a reflexão, o diálogo e o posicionamento crítico do professor e dos envolvidos. Ademais, para efetivar a abordagem da metodologia de IRI no contexto educacional é necessário refletir sobre os rumos que a prática docente vem tomando no contexto escolar. Ou seja, no cenário atual é urgente compreender a incoerência da divisão social do trabalho que fornece ao professor, pouca ou nenhuma participação nas decisões que o afetam diretamente. Tal fato foi evidenciado nas análises realizadas via ATD. Alguns trechos pontuaram a importância da formação reflexiva para o rompimento do viés tradicional e tecnocrático em que a formação e a prática docente se baseiam. No entanto, algumas unidades de significado nos deram pistas de que a formação reflexiva não é suficiente, pois não apresenta ao professor subsídios para agir criticamente de maneira a transformar sua prática. Desta forma, algumas sinalizações como: a necessidade de integrar a escola ao mundo, a importância de romper como muro existente entre as ciências básicas e

pedagógicas (que muitas vezes gera um ensino tecnicista), a necessidade de modificar a prática docente bem como a importância de romper com a racionalidade técnica, nos fez entender a formação dos professores como intelectuais transformadores como potência a fim de superar estes obstáculos.

A concepção formativa de professores como intelectuais transformadores, não se configura em uma ação fácil. Entendemos que para se tornar intelectual crítico é preciso coragem para fazer resistência ao que é imposto. Inferimos, portanto, que a reflexão crítica e o reconhecimento das adversidades que limitam o trabalho docente, seguida de um incômodo e um desejo de transformar a sua realidade, configura-se como um caminho para se tornar intelectual crítico, pois a acomodação não altera o *status quo*, pelo contrário, apenas o reforça.

Contudo, desenvolver práticas sob tal perspectiva torna-se um grande desafio, pelo fato de estarem desconectadas das práticas cotidianas dos professores. Compreendemos que apenas assumindo a postura de intelectuais transformadores é que os professores poderão compreender o reconhecimento da potencialidade de sua voz e da posição que exerce na sociedade. Além disso, a formação pautada em um viés crítico-transformador propicia aos professores requisitos teóricos para encarar as adversidades que emergem de seu contexto com vistas a transformá-la.

Pudemos ainda tecer compreensões acerca da característica do problema concreto na metodologia de IRI. A partir da análise foi possível compreender a importância de um viés problematizador para o problema concreto de modo a intensificar a possibilidade de se atingir uma leitura crítica da realidade. Nesta perspectiva, o problema concreto na metodologia de IRI apresenta a mesma característica de um Tema Gerador (FREIRE, 1987).

Desta forma, as compreensões manifestadas neste trabalho foram tecidas a partir de pistas desveladas via análise. Neste cenário, tais pistas configuram-se como nuances compreensivas acerca da metodologia de IRI, quais sejam: a formação crítica, a problematização e a ACT como promotoras do empoderamento.

Os indícios que possibilitaram tais compreensões, tencionaram uma proposta teórico metodológico que atendesse a essas questões. Além disso, visa esboçar nossa questão de pesquisa: *Como esboçar os subsídios teóricos e*

metodológicos para a abordagem da interdisciplinaridade crítico-transformadora para a formação de professores de ciências? E sustentar nossa tese de que “A interdisciplinaridade crítico-transformadora oportunizará aos indivíduos a leitura crítica da realidade, bem como a capacidade refletir sobre uma possível tomada de decisão crítica e consciente perante questões sociais, por meio de uma ação concreta transformadora”.

Neste sentido, a proposta teórica esteve pautada em uma perspectiva igualitária, transformadora e emancipatória, com vistas a possibilitar o despertar crítico frente às situações adversas que emergem da caminhada cotidiana e impossibilitam a ação cidadã. Partimos do pressuposto de que as contribuições de Fourez para a Educação em Ciências apresentam mesmo que timidamente tais nuances. Além disso, dialogam com alguns ideais da perspectiva problematizadora de educação de Paulo Freire e alguns aspectos da teoria crítica de Henry Giroux.

Assim, os quatro eixos de articulação apresentados no ensaio teórico: 1) a compreensão de Alfabetização, 2) a problematização, 3) o papel da escola e 4) o papel do professor, vislumbra possibilitar um embasamento teórico para uma educação pautada em uma nuance interdisciplinar sob uma lente crítico-transformadora. Visando oportunizar com que os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem compreendam e expressem um posicionamento crítico e ativo em relação à crise ideológica política e sobre o papel da escola.

Além disso, cabe destacarmos que mesmo a concepção educacional de Gérard Fourez apresentar de maneira mais explícita uma tendência epistemológica, algumas demandas são apresentadas pelo autor, como: a) *a importância da perspectiva ampliada de ACT*, b) *possibilitar a autonomia do educando*, c) *a necessidade de os educandos reconhecerem a potencialidade da sua voz*, d) *a necessidade de romper com a tendência tecnocrática*, e) *a crítica a escola artificial e fora do real*, bem como f) *a importância da linguagem elaborada*. Tais demandas nos mostram que uma perspectiva crítico-transformadora pode ser articulada à teoria de Fourez e podem apresentar contribuições teóricas e metodológicas.

Os subsídios metodológicos propostos neste estudo estão pautados nas nuances compreensivas acerca da metodologia de IRI. O que nos fornece pistas que apresentam um direcionamento de que o problema concreto pode se

aproximar da essência dos temas geradores a fim de possibilitar uma leitura crítica da realidade com vistas a promoção do empoderamento dos indivíduos. Neste sentido, compreendemos que a etapa final da metodologia de IRI deva possibilitar uma ação concreta transformadora possibilitando com que os sujeitos manifestem e reconheçam a potencialidade de suas vozes e do seu papel enquanto cidadão ativos na sociedade.

Compreendemos como pertinente explicitar, nesse momento, nossa compreensão acerca da questão título desta tese. Afinal, a interdisciplinaridade crítico-transformadora se configura como utopia ou possibilidade? A partir da construção do entrelaçamento entre as perspectivas de Fourez, Freire e Giroux, em que vislumbramos uma abordagem teórico para uma perspectiva interdisciplinar sob tal perspectiva, enxergamos uma possibilidade para esta abordagem.

Logo, nossa proposta metodológica para a interdisciplinaridade sob a nuance crítico transformadora está pautada em seis momentos. Partindo da obtenção de um tema gerador, seguindo com outros quatro momentos que em nossa leitura se aproximam dos passos apresentados por Fourez (1997) para a metodologia de IRI, e findando em uma ação concreta transformadora. Defendemos que tal abordagem possibilita uma educação interdisciplinar pautada em uma orientação crítico-transformadora, em que os envolvidos no processo educativo compreendam o universo em que estão inseridos de maneira crítica vislumbrando a transformação de possíveis situações-limite. Além disso, visa possibilitar que compreendam que em uma sociedade democrática a escola não deve ser reduzida a uma forma artificial, fora do real, mas deve ser compreendida como uma esfera pública democrática.

REFERÊNCIAS

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

AVALOS, B. **Approaches to teacher education: initial teacher training**. Londres: Commonwealth Secretariat, 1991.

BETTANIN, E. **As Ilhas de Racionalidade na promoção dos objetivos da Alfabetização Científica e Técnica**. Dissertação de Mestrado – UFSC/CED. Florianópolis/SC, 2003a.

BETTANIN, E.; PINHOALVES, J. Alfabetização Científica e Técnica: um instrumento para observação dos seus atributos. **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 20-33, 2003b.

CONTRERAS, José. **A autonomia de professores**. Cortez Editora, 2012.

DELIZOICOV, Demétrio. Ensino de física e a concepção freireana de educação. **Revista de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. Desenvolvimento profissional docente: um conceito em disputa. In: **Formação permanente de professores: experiências iberoamericanas**. Edições Hipótese, 2019. p. 65-74.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. Formação de professores, trabalho docente e suas repercussões na escola e na sala de aula. **Educação & Linguagem**, v. 10, n. 15, p. 82-98, 2007.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. O ovo ou a galinha: a crise da profissão docente e a aparente falta de perspectiva para a educação brasileira. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 92, n. 230, p. 34-51, 2011.

FOUREZ, G. **Alphabétisation scientifique et technique et îlots de rationalité**. In GIORDAN, A.; MARTINAND, J. –L. e RAICHVAG, D. Actes des XIV Journées Internationales sur la Communication, l'Éducation et la Culture Scientifiques et Industrielles. P. 45-56, 1992.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**. Rio Grande do Sul, v. 8, n.2, p. 109-123, 2003.

FOUREZ, G. **A Construção das Ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Ed. da UNESP, 1995a.

FOUREZ, G. El Movimiento Ciencia, Tecnologia, Sociedad (CTS) y la Enseñanza de las Ciencias. **Perspectivas UNESCO**, v. XXV, n. 1, p.27-40, 1995b.

FOUREZ, G. **Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Traducción: Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

FOUREZ, G. **A construção das ciências: As lógicas das invenções científicas**. Lisboa: Instituto Piaget, 2008a.

FOUREZ, G. **Educar: docentes, alunos, escolas, éticas, sociedades**. Aparecida, SP: Ideias & Letras, 2008b.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

FREIRE, Paulo; MACEDO, D. **Alfabetização: Leitura do mundo leitura da palavra**. 8ª. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2021.

FREIRE, P. **Educação: o sonho possível**. In: BRANDÃO, Carlos Rodrigues (org.). O educador: vida e morte. 2. ed. Rio de Janeiro: Graal, 1982.

FREIRE, P. **Extensão ou Comunicação?** 8a ed. Rio de Janeiro: ed. Paz e Terra, 1985.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. Saberes necessários à prática educativa. 42ª Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2010.

FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação**. 3. ed. São Paulo: Moraes, 1980.

FIGUEIREDO SILVA, V. M.; PIANCENTINI, T. M. Conversa com Paulo Freire: linguagem e poder. **Perspectiva**, v. 2, n. 4, p. 47-51, 1985.

GADOTTI, M. **Paulo Freire: Uma Biobibliografia**. Cortez Editora/Instituto Paulo Freire, São Paulo, 1996.

GIROUX, Henry. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas. (1997).

GIROUX, Henry. **Escola crítica e política cultural** (D. M. L. Zibas, trad., 5a ed.). São Paulo: Autores Associados, 1992.

GIROUX, H. **Alfabetização e a pedagogia do empowernet político**, 2021. In. FREIRE, Paulo; MACEDO, D. **Alfabetização: Leitura do mundo leitura da palavra**. 8ª. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2021.

LISTON, D.; ZEICHNER, K. M. **Teacher education and the social conditions of schooling**. Nova York: Routledge, 1991.

PERNAMBUCO, Marta Maria C. A. **Significações e realidade: conhecimento (a construção coletiva do programa)** In: PONTUSCHKA, N.(org.) Ousadia no diálogo: interdisciplinaridade na escola pública. São Paulo: Loyola, 1993.

MOHR, A. et al. Um singular plural: contribuições de Gérard Fourez para a educação em ciências. **Revista Dynamis**, v. 25, n. 1, p. 164-179, 2019.

NICOLETTI, Elenize Rangel. **A interdisciplinaridade em diferentes contextos educacionais: contribuições para o ensino de biologia**. Santa Maria: Tese (Doutorado em Educação em Ciências), Universidade Federal de Santa Maria, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/13393>. Acessado em: 10. Out. 2021.

RICARDO, Elio Carlos. A problematização e a contextualização no ensino das ciências: acerca das idéias de Paulo Freire e Gérard Fourez. **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1-12, 2003.

SILVA, MONICA RIBEIRO DA. A BNCC da reforma do ensino médio: o resgate de um empoeirado discurso. **Educação em revista**, v. 34, p. e214130, 2018.

SILVA, T. T. **Documentos de Identidade: uma introdução às Teorias de Currículo**. 3ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

TABACHNICK, B. R.; ZEICHNER, K. M. (Org.). **Issues and practices in inquiry: oriented teacher education**. London: Falmer Press, 1991.

TATTO, M. T. **Conceptualizing and studying teacher education across world regions: an overview**. [A background paper commissioned by the World Bank for the Conference Teachers in Latin America: New Perspectives on their Development and Performance – San Jose, Costa Rica]. 1999.

NEHRING, C. M. et al. 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, p. 88-105, 2002.

PIETROCOLA, M.; PINHO ALVES, J.; PINHEIRO, T. F. **Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências**. (“PRÁTICA INTERDISCIPLINAR NA FORMAÇÃO DISCIPLINAR DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS”) *Investigações em ensino de ciências*, v. 8, n. 2, p. 131-152, 2016.

SCHMITZ, C. **Desafio docente: As ilhas de racionalidade e seus Elementos interdisciplinares**. 2004. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2004.