

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA - NÍVEL MESTRADO**

**KELLY CAROLINE OLIVEIRA**

**A BASE DE CONHECIMENTOS DOCENTES A PARTIR ALFABETIZAÇÃO  
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE  
PROFESSORES DE QUÍMICA**

**MANAUS - AM  
2022**

**KELLY CAROLINE OLIVEIRA**

**A BASE DE CONHECIMENTOS DOCENTES A PARTIR ALFABETIZAÇÃO  
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE  
PROFESSORES DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada como requisito final para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Amazonas.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Ettore Paredes Antunes**

**MANAUS - AM  
2022**

### Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Oliveira, Kelly Caroline  
O48b A base de conhecimentos docentes a partir da alfabetização científica e tecnológica na formação inicial de professores de química / Kelly Caroline Oliveira . 2022  
201 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Ettore Paredes Antunes  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Alfabetização Científica e Tecnológica. 2. Conhecimento Pedagógico do Conteúdo. 3. Ilha Interdisciplinar de Racionalidade. 4. Natureza da Ciência. I. Antunes, Ettore Paredes. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

## KELLY CAROLINE OLIVEIRA

### A BASE DE CONHECIMENTOS DOCENTES A PARTIR ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática/PPG-ECIM da Universidade Federal do Amazonas/UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

#### BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Ettore Paredes Antunes  
Presidente da Banca



---

Prof. Dr. Welton Yudi Oda  
Membro Interno



---

Prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz Silva  
Membro Externo

## **DEDICATÓRIA**

**Aos professores e professoras. Quer em formação, quer em exercício, mas em contínuo desenvolvimento profissional. Que tomemos consciência, cada vez mais, dos conhecimentos que diariamente mobilizamos na árdua tarefa que é contribuir para a formação plena dos indivíduos.**

## **AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, pelo provimento da bolsa que fomentou a realização desta pesquisa.

À Universidade Federal do Amazonas, particularmente ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, por ter me proporcionado uma rica experiência ao longo do mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ettore Paredes Antunes, por ter me ajudado a enxergar o melhor caminho a seguir nesta pesquisa, por ter me incentivado à produzir e por ter apurado minha perspectiva sobre os resultados deste estudo.

.Aos licenciandos e licenciandas participantes da pesquisa, por terem aceitado vivenciar a metodologia Ilha Interdisciplinar de Racionalidade e pelas ricas discussões e produções realizadas nela.

Ao grupo de pesquisa Laboratório de Filosofia e Ensino de Ciências, por todas as trocas de conhecimento.

À minha mãe e razão de tudo, Vânia Oliveira, pela educação, cuidado, apoio e amor a mim transbordados, sem os quais não chegaria até aqui.

À flor da minha vida, Kamilly Oliveira, que apesar de não saber, me encheu de amor e força para que eu continuasse.

Ao meu afeto, Sergio Augusto, pela atenção, cuidado e apoio dado durante todos os momentos desta formação.

À minha amiga de mestrado e de vida, Maria Izabel, por toda a parceria e apoio compartilhado ao longo dessa trajetória.

Às minhas amigas-irmãs, Karlla Oliveira e Rayane Ferreira, por partilharem minhas aflições, e pela atenção e apoio que me mantiveram sempre firme nesta caminhada.

## EPÍGRAFE

**“O desenvolvimento de uma democracia cognitiva só é possível com uma reorganização do saber; e esta pede uma reforma do pensamento que permita não apenas isolar para conhecer, mas também ligar o que está isolado, e nela renasceriam, de uma nova maneira, as noções pulverizadas pelo esmagamento disciplinar: o ser humano, a natureza, o cosmo, a realidade.”**

***Edgar Morin, em A cabeça bem-feita***

## RESUMO

Diante de uma sociedade que, ao passo que emerge atrelada à Ciência e Tecnologia, também se afunda em problemas cada vez mais complexos, a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) surge como uma formação que possibilita o desenvolvimento de uma adequada leitura deste mundo, e de atuação sobre/no mesmo, por meio do alcance da autonomia, comunicação e domínio dos indivíduos para com a Ciência. Adotando o construto Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK, sigla em inglês) como norte teórico sobre os conhecimentos docentes, buscou-se compreender as implicações de uma atividade formativa em ACT, mediada pela metodologia Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), sobre a base de conhecimentos docentes de licenciandos em química. Os dados foram coletados por meio da aplicação de questionários, entrevistas e de materiais produzidos pelos licenciandos, e analisados a partir da Análise Textual Discursiva. Foram identificados distintos conhecimentos docentes referentes aos domínios de: currículo, tais como Abordagem interdisciplinar, Multidimensionalidade dos fenômenos, Territorialização; orientações para o ensino de ciências, como Apreensão da realidade e Formação crítica; estratégias de ensino, como Problematização e Chamada à ação; avaliação da aprendizagem, como Leitura do mundo histórico e real; e compreensão dos estudantes em ciências, como o conhecimento de Aproximação da realidade. Com isso, aponta-se a complexidade de conhecimentos mobilizados pelos licenciandos ao longo da metodologia. Também descreveu-se as interações entre estes conhecimentos realizadas pelos licenciandos, em que observou-se que o conhecimento de currículo foi central nas discussões e reflexões dos mesmos, sendo articulado principalmente com as orientações para o ensino de ciências e estratégias instrucionais, demonstrando sofisticação na base de conhecimentos dos participantes. Por fim, caracterizou-se indícios dos PCKs construídos pelos licenciandos, os quais direcionam-se para a interdisciplinaridade e contextualização do conhecimento científico, por meio do delineamento de abordagens de ensino que posicionam o conteúdo químico no cerne de uma problemática concreta, levantam diferentes dimensões sobre um fenômeno, superando, assim, os limites do paradigma disciplinar e dialogando com a vida real dos estudantes. Com isso, inclinados à promover interrelações entre o mundo natural e seus aspectos sociais, ambientais, econômicos, dentre outros, os licenciandos mostraram-se alinhados às formulações da ACT e, assim, às novas demandas que recaem sobre o EC.

**Palavras-chave:** Alfabetização Científica e Tecnológica; Conhecimento Pedagógico do Conteúdo; Ilha Interdisciplinar de Racionalidade.

## ABSTRACT

Faced with a society that, while emerging linked to Science and Technology, also sinks into increasingly complex problems, Scientific and Technological Literacy (ACT) emerges as a training that enables the development of an adequate reading of this world, and of action on/in the same, through the reach of autonomy, communication and domain of individuals towards Science. Adopting the Pedagogical Content Knowledge (PCK) construct as a theoretical guideline for teaching knowledge, we sought to understand the implications of a training activity in ACT, mediated by the Interdisciplinary Island of Rationality (IIR) methodology, based on teaching knowledge of undergraduates in chemistry. Data were collected through the application of questionnaires, interviews and materials produced by the undergraduates, and analyzed using Discursive Textual Analysis. Different teaching knowledge was identified regarding the domains of: curriculum, such as Interdisciplinary approach, Multidimensionality of phenomena, Territorialization; guidelines for science teaching, such as Apprehension of reality and Critical training; teaching strategies, such as Problematization and Call to Action; learning assessment, such as Reading the historical and real world; and students' understanding of science, such as the knowledge of Approaching reality. With this, it is pointed out the complexity of knowledge mobilized by the undergraduates throughout the methodology. The interactions between this knowledge carried out by the undergraduates were also described, in which it was observed that curriculum knowledge was central in their discussions and reflections, being articulated mainly with the guidelines for science teaching and instructional strategies, demonstrating sophistication in participants' knowledge base. Finally, evidence of the PCKs constructed by the undergraduates was characterized, which are directed towards the interdisciplinarity and contextualization of scientific knowledge, through the design of teaching approaches that place the chemical content at the heart of a concrete problem, raise different dimensions about a phenomenon, thus overcoming the limits of the disciplinary paradigm and dialoguing with the real life of the students. With that, inclined to promote interrelationships between the natural world and its social, environmental, economic aspects, among others, the undergraduates showed to be aligned with the ACT formulations and, thus, with the new demands that fall on the EC.

**Keywords:** Scientific and Technological Literacy; Pedagogical Content Knowledge; Interdisciplinary Island of Rationality.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Modelo do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK, sigla em inglês) proposto por Park e Chen (2012). .....	43
<b>Figura 2</b> - Interações do Conhecimento de currículo identificadas no fórum (a) e na entrevista (b) da equipe FÁRMACOS.....	139
<b>Figura 3</b> - Arranjo específico entre os conhecimentos docentes demonstrado a partir do questionário das equipes FÁRMACOS, AGROTÓXICOS e POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA. ....	141
<b>Figura 4</b> - Interações entre os conhecimentos de currículo, orientações e estratégias instrucionais para o ensino de ciências em conjunto com outros conhecimentos docentes. (a) Aditivos Alimentares; (b) Mudanças Climáticas; (c) Drogas.....	144
<b>Figura 5</b> - Interações entre os conhecimentos de currículo, orientações e compreensão de ciências pelos estudantes, dentre outros, demonstradas na entrevista. (a) FÁRMACOS; (b) Aditivos Alimentares; (c) Drogas. ....	148
<b>Figura 6</b> - Interações individuais do CCE implementadas pelas equipes (a) Aditivos Alimentares e (b) Mudanças Climáticas.....	149
<b>Figura 7</b> - Aumento da complexidade nas interações entre os conhecimentos docentes promovidas pela equipe FÁRMACOS. ....	150
<b>Figura 8</b> - Índícios do PCK da equipe FÁRMACOS. ....	153
<b>Figura 9</b> - Índícios do PCK da equipe Mudanças Climáticas. ....	156
<b>Figura 10</b> - Índícios do PCK da equipe Drogas. ....	159
<b>Figura 11</b> - Índícios do PCK da equipe Agrotóxicos. ....	161
<b>Figura 12</b> - Representação da interação entre subcategorias do conhecimento de currículo.....	162
<b>Figura 13</b> - Índícios do PCK da equipe Aditivos Alimentares.....	165
<b>Figura 14</b> - Índícios do PCK da equipe Poluição Atmosférica. ....	167

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Conhecimentos docentes que compõem o modelo de Park e Chen (2012) e suas descrições. ....	43
<b>Quadro 2</b> - Informações dos artigos encontrados sobre Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Ciências. ....	47
<b>Quadro 3</b> - Informações das dissertações encontradas sobre Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Ciências. ....	49
<b>Quadro 4</b> - Detalhes acerca da organização e mediação da metodologia IIR em formato remoto. ....	60
<b>Quadro 5</b> - Etapas da metodologia IIR, atividades realizadas e materiais produzidos. ....	68
<b>Quadro 6</b> - Legenda para sistema de codificação das US. ....	70
<b>Quadro 7</b> - Legenda para sistema de codificação das categorias de conhecimentos docentes e seus componentes. ....	71
<b>Quadro 8</b> - Categorização realizada com base nos conhecimentos docentes do modelo de Park e Chen (2012). ....	72
<b>Quadro 9</b> - Novos componentes do Conhecimento de currículo em ciências produzidos a partir da análise indutiva. ....	118
<b>Quadro 10</b> - Interações identificadas entre os conhecimentos docentes. ....	137

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT)

Análise Textual Discursiva (ATD)

Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK, sigla em inglês)

Ensino de Ciências (EC)

Formação Inicial de Professores (FIP)

Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR)

Natureza da Ciência (NdC)

Pesquisa-Ação (PA)

Unidade de Significado (US)

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>19</b>
Objetivo Geral.....	19
Objetivos Específicos .....	19
<b>1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>20</b>
1.1 Um norte teórico a partir de Gerard Fourez e Edgar Morin.....	20
1.1.1 A Alfabetização Científica e Tecnológica e a Cabeça Bem-Feita: Organizando o conhecimento .....	24
1.1.2 Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade e a União das Culturas Humana e Científica: Articulando o conhecimento.....	27
1.2 O conhecimento do professor na visão de Lee Shulman.....	30
2.2.1 Conhecimento Pedagógico Do Conteúdo (PCK) .....	31
2.2.2 A base de conhecimentos docente e algumas relações com a ACT	34
1.3 Alfabetização Científica e Tecnológica na formação inicial de professores de ciências.....	44
<b>2. METODOLOGIA</b> .....	<b>55</b>
2.1 Abordagem e Estratégia de Investigação .....	55
2.2 Participantes e Contexto da Pesquisa .....	58
2.3 Procedimentos de Coleta de Dados .....	62
2.4 Procedimentos de Análise de Dados .....	64
2.5 Procedimentos Éticos .....	65
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>67</b>
3.1 Mobilização da base de conhecimentos docentes a partir da IIR .....	67
3.1.1 Categorias <i>a priori</i> de conhecimentos docentes e subcategorias ...	72
3.1.1.1 Conhecimento do currículo em ciências.....	74
3.1.1.2 Orientações para o ensino de ciências .....	81
3.1.1.3 Estratégias instrucionais para o ensino de ciências .....	97
3.1.1.4 Avaliação da aprendizagem em ciências .....	107
3.1.1.5 Conhecimento da compreensão de ciências pelos estudantes.....	112
3.1.2 Categorias emergentes de conhecimentos docentes .....	118
3.2 Interação entre os conhecimentos docentes .....	136
3.2.1 O Conhecimento de currículo demonstrou posição relevante nas interações .....	138
3.2.2 A interação CC-O-CE foi realizada por todas as equipes .....	141

3.2.3 O CCE frequentemente foi articulado ao CC e ao conhecimento de O .....	147
3.3 Construção do PCK a partir da IIR e suas direções para o EC .....	150
3.3.1 Índícios de PCKs para a interdisciplinaridade .....	152
3.3.2 Índícios de PCKs para a contextualização .....	160
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>170</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>178</b>
<b>APÊNDICE 1.....</b>	<b>185</b>
<b>APÊNDICE 2.....</b>	<b>186</b>
<b>APÊNDICE 3.....</b>	<b>187</b>
<b>APÊNDICE 4.....</b>	<b>190</b>
<b>APÊNDICE 5.....</b>	<b>191</b>
<b>APÊNDICE 6.....</b>	<b>194</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>197</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>198</b>
<b>ANEXO 3.....</b>	<b>201</b>

## INTRODUÇÃO

A socialização do conhecimento científico no mundo real permite ao indivíduo pensar e agir adequadamente diante de uma sociedade que, ao passo que emerge atrelada à Ciência e Tecnologia, também se afunda em problemas cada vez mais complexos, diante dos quais abordagens monodisciplinares restritas a perspectivas especializadas mostram-se inadequadas para seu enfrentamento (MORIN, 2018; FOUREZ, 1995). Trata-se, portanto, de uma forma de abordar a ciência comprometida com sua contextualização, diálogo com os demais tipos de conhecimentos existentes e com ênfase no seu carácter socialmente construído.

De acordo com Cachapuz *et al.* (2011), ao desenvolver uma imagem mais aberta, contextualizada e articulada da Ciência, o futuro professor torna-se também capaz de

[...] promover estratégias de ensino e propôr actividades de aprendizagem, longe já de uma mudança conceptual redutora (Cachapuz, Praia e Jorge, 2000) mas, neste contexto, de verdadeiramente interessar os estudantes pela vivência de situações-problemáticas, capazes de suscitar uma autêntica compreensão dos múltiplos e complexos problemas que se colocam, hoje em dia, ao cidadão (CACHAPUZ *et al.*, 2011, p. 88).

A Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) contempla o desenvolvimento dessa imagem da Ciência, assim como possibilita uma adequada leitura de mundo e de atuação sobre/no mesmo, defendendo que daí também decorrem demandas e contribuições para a formação do professor de ciências. Motivada principalmente por razões sociais, humanísticas e democráticas, a ACT visa desenvolver a autonomia, comunicação e domínio dos sujeitos para com a Ciência (FOUREZ, 1997, 1994).

As pesquisas que vêm investigando as relações dessa formação epistemológica com a constituição profissional do docente debruçam-se sobre suas implicações para a mobilização e o desenvolvimento dos conhecimentos necessários ao ensino de ciências (MILLARÉ, 2019; OLIVEIRA, 2019). Tais pesquisas apontam para a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) como uma eficiente metodologia para a formação em ACT de licenciandos em ciências, posto que conduz os mesmos a processos de contínua reflexão, discussões sobre as finalidades do ensino de ciências, formações em

epistemologia e experiências interdisciplinares. Ao analisar as implicações desta formação sobre os conhecimentos docentes dos licenciandos, estes estudos, no entanto, não pautam-se em um construto teórico específico que abarque a complexidade envolvida no tema.

Outros estudos vêm sendo empreendidos visando integrar discussões epistemológicas à formação inicial de professores através de propostas interventivas nas quais os licenciandos participam de atividades que tratam implícita e explicitamente sobre a natureza da Ciência, suas crenças e valores, seu processo de produção e difusão, as relações que estabelece com a sociedade, dentre outros aspectos. As intervenções formativas apresentam estratégias em comum, tais como atividades investigativas nas quais os licenciandos são conduzidos à reflexões sobre os aspectos epistemológicos da Ciência (GRECA; VILLAGRA; OJEDA, 2017; ESCRIVA; RIVERO, 2017; GARCIA; DIAZ, 2016).

Escriva e Rivero (2017), por exemplo, conduziram uma turma de licenciandos à reflexões individuais e discussões coletivas sobre o fazer científico, seu raciocínio e a influência de valores e intenções do pesquisador, bem como a influência de fatores adjacentes à pesquisa e externos à ela sobre o conhecimento científico produzido. O estudo focou-se em verificar o aprendizado e mudança de concepção dos licenciandos sobre a NdC alcançada através da formação, não considerando, portanto, as implicações desta mudança em vistas ao ensino sobre a NdC em sala de aula. De igual modo, Garcia e Diaz (2016) propuseram a leitura e discussão de artigos de jornais para debater aspectos da NdC com professores de ciências em formação, centrando-se mais sobre o desenvolvimento de concepções adequadas sobre a ciência do que sobre reflexões deste conhecimento para o ensino de ciências. Porém, como conclusão do estudo, os autores apontaram a necessidade de investigações voltadas para a construção desse tipo de conhecimento docente.

A análise de casos da História da Ciência também mostrou-se ser uma atividade formativa muito aplicada na formação de professores da área, a partir da qual os licenciandos passam a identificar o carácter dinâmico e temporal dos conhecimentos científicos (RUTT; MUMBA, 2019; HIDALGO; SCHIVANI;

SILVA, 2018; LOZANO *et al.*, 2018; MELO; BACHTOLD, 2018; REIS, 2017; ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA; ARAGÓN, 2016; JUSTI; MENDONÇA, 2016; BAGDONAS; SILVA, 2015).

Rutt e Mumba (2019) conduziram uma intervenção que tinha como objetivo promover desenvolvimento de conhecimentos sobre NdC e conhecimentos pedagógicos em vistas ao seu ensino em sala de aula, bem como captar as percepções dos licenciandos em ciências sobre os conhecimentos desenvolvidos após participação na intervenção. A intervenção se deu na forma de um curso online, de carácter extracurricular, em que os temas sobre NdC foram explorados de forma explícita através de questões controversias acerca da história da Ciência. Os pesquisadores propuseram atividades como pesquisa de recursos educacionais e materiais curriculares que pudessem facilitar o planejamento de aula e instrução acerca do tema, demonstrando elevada preocupação sobre a formação dos licenciandos para o ensino de conteúdos sobre a Ciência. Tal preocupação culminou em um aumento da confiança dos licenciandos para trabalhar esse conteúdo em sala de aula, como apontado pelos autores.

Porém, destaca-se a escassez de pesquisas que trabalham a ACT a partir de seus aspectos sociológicos, isto é, a partir de reflexões sobre as relações externas que a Ciência estabelece com a sociedade, tecnologia, meio ambiente. Estratégias de formação a partir de questões sociocientíficas apresentam relevante potencial para facilitar a compreensão da ciência pelos futuros professores de Ciências (COFRE *et al.*, 2019) e para ampliar a abordagem da temática, resgatando os aspectos sociais, culturais, econômicos com os quais a Ciência interage (ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016).

Preocupados com as implicações das estratégias formativas investigadas sobre o desenvolvimento de conhecimentos docentes dos licenciandos, alguns estudos como o de Rutt e Mumba (2019) e outros (SILVA; MARTINS, 2019; JUSTI; MENDONÇA, 2016) vêm pautando-se na base de conhecimentos dos professores como norte teórico, especialmente centrada no construto Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, o qual tem sua origem nos escritos de Shulman (1987; 1986). Entretanto, os estudos focam-se em verificar

os conhecimentos mobilizados, sem contudo haver um enfoque sobre as interações que ocorrem entre estes conhecimentos e as implicações que daí decorrem nas orientações para o ensino de ciências dos licenciandos.

Acredita-se que a análise atenta à uma formação em ACT realizada por meio de discussões de questões sociocientíficas, focalizando a mobilização e interação dos conhecimentos docentes com base em um modelo específico da área, contribuirá para que professores em formação e em serviço, assim como professores formadores e demais pesquisadores interessados no assunto, possam entender e utilizar melhor os diferentes conhecimentos necessários para um ensino de ciências mais dialogado com o mundo e a realidade dos estudantes.

Isto posto, lança-se a seguinte questão de pesquisa: **Quais as implicações de uma atividade formativa em Alfabetização Científica e Tecnológica sobre a base de conhecimentos docentes de licenciandos em química?**

Também norteiam este estudo questões acerca da mobilização dos componentes do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, das interações que ocorrem entre eles a partir de discussões sobre questões sociocientíficas e das direções para o ensino de ciências demonstradas pelos licenciandos, tendo como base indícios do PCK construído por eles a partir da atividade formativa.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Compreender as implicações de uma atividade formativa em Alfabetização Científica e Tecnológica sobre a base de conhecimentos docentes de licenciandos em química.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar a mobilização dos conhecimentos docentes a partir das discussões sobre questões sociocientíficas;
- Descrever as interações entre os conhecimentos docentes ocorridas a partir das discussões sobre questões sociocientíficas;
- Caracterizar indícios do conhecimento pedagógico do conteúdo construído pelos licenciandos e suas direções para o EC.

## **1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **1.1 Um norte teórico a partir de Gerard Fourez e Edgar Morin**

Em seu livro *A Construção das Ciências: Introdução à filosofia e à ética das ciências*, Fourez (1995) traz discussões elementares acerca da ciência, promovendo uma rica reflexão sobre seus aspectos epistemológicos, históricos, filosóficos e sociológicos. O autor aborda ainda sobre a dimensão política que também circunda o conhecimento científico, discorrendo sobre a relação direta que há entre conhecimento e poder nas sociedades humanas. Trazendo à tona questões como “até que ponto o saber é determinante quando se deve tomar uma decisão, seja ela de ordem política ou ética?” (FOUREZ, 1995, p. 208), o autor põe em uma problemática os limites desta relação conhecimento-poder, isto é, as influências que um elemento exerce sobre outro.

Ao tratar das relações que podem se estabelecer entre a ciência e a sociedade, Fourez resgata três modelos distintos de interações, anteriormente discutidos por Habermas (1973): interações tecnocráticas, segundo as quais as decisões que implicarão sobre a sociedade devem ser tomadas pelos especialistas, tendo em vista seu conhecimento técnico sobre o mundo; interações decisionistas, nas quais os tomadores de decisão não são os especialistas, mas sim aqueles que tais decisões dizem respeito; por fim – e não menos importante, assume-se – as interações pragmático-políticas presumem um debate permanente entre especialistas e tomadores de decisão.

Comentando sobre os abusos de saber da tecnocracia, esta por ele definida como “sistemas políticos em que se recorrem, para as decisões sociopolíticas, a especialistas (experts) cientistas” (FOUREZ, 1995, p. 211), o autor levanta as problemáticas e paradoxos que daí irrompem. Em cenários como estes, em que se leva em consideração o conhecimento científico para a tomada de decisões, aqueles que o detêm – os cientistas - sobressaem-se em relação àqueles que o ignoram – o dito cidadão, público leigo, dentre outras denominações. Entretanto, conforme Fourez (1995) bem assinala, monopolizar as decisões com base em paradigmas científicos, sejam eles únicos ou interdisciplinares, é inclinar-se a um futuro não tão racional quanto almeja-se, mas incerto, com a iminência do surgimento de imprevistos, posto que as

questões levantadas não são somente científicas, mas também sociais, econômicas, éticas, políticas.

Por outro lado, quando o cidadão é também detentor do conhecimento científico, não necessariamente especialista, mas ciente da natureza, produção e implicações deste sobre sua vida e sociedade, há possibilidades de abertura de diálogos e debates para a tomada de decisões com vistas à sua participação; tal cenário aproxima-se do modelo pragmático-político de interação ciência-sociedade (FOUREZ, 1995). Neste cenário, considerando que os cidadãos são capazes de reconhecer e valer-se do uso social do conhecimento científico, constrói-se interações mais democráticas entre ciência e sociedade.

Fourez (1995) tece apontamentos sobre o papel social de práticas que objetivam compartilhar o conhecimento científico, referindo-se a elas como “vulgarização científica”. Conforme o autor, a depender do modo como é executada, a vulgarização científica conduz a dois caminhos distintos: um que fornece um conhecimento factício; e outro que fornece um conhecimento prático. É o que o autor chama (respectivamente) de efeito “de vitrine” e “transmissão de poder social”, em que o primeiro causa nos cidadãos uma admiração e impotência diante da magnitude e benfeitoria da ciência - como assim ela é representada; enquanto que o segundo, o efeito de poder, transfere aos cidadãos um saber para ação, isto é, um conhecimento que pode ser aplicado em situações concretas de sua vida, como em debates ou em tomadas de decisão.

É preocupando-se com essas implicações sociopolíticas oriundas das relações de comunicação que se podem estabelecer entre o conhecimento científico e a sociedade que Fourez (1995) resgata o conceito de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), melhor discutido por ele em outros trabalhos. Porém, nesta obra, o autor foca-se na ambivalência que circunda as práticas de comunicação da ciência e assume inclusive a perspectiva de superioridade que uma teria sobre a outra. Nas palavras do autor:

[...] qualquer que seja o paradigma, escolher entre uma vulgarização “efeito de vitrine” ou “transmissão de poder social”, não se trata de uma escolha científica, mas de uma opção sociopolítica, eventualmente guiada por uma ética. Uma escolha engendrará uma sociedade tecnocrática com pouca liberdade, a outra permitirá aos cidadãos tomar decisões em relação à sua vida individual e a sua

existência coletiva (FOUREZ, 1995, p. 223).

Até este ponto de sua produção intelectual, o autor assume para o efeito “de vitrine” um aspecto negativo, enquanto toma uma abordagem positiva e emancipatória para o efeito “transmissão de poder social” da educação científica, apresentando uma perspectiva dicotômica quanto aos caminhos que podem ser tomados nesta trajetória, em que a opção por determinada atividade (ou objetivo) de ensino automaticamente exclui a possibilidade de realizar a outra.

E é, portanto, levantando este problema de contradição sustentado por Fourez, que chega-se aos escritos de Edgar Morin, inicialmente resgatando seu confronto direto a esse problema, em que advoga sobre a necessidade de transgredir à contradição, questionando: “será que podemos substituir a lógica bivalente, dita aristotélica, por lógicas polivalentes?” (MORIN, 2005, p. 187). Sendo declaradamente um defensor de uma reforma de pensamento, de uma mudança paradigmática não só do conhecimento científico, mas também epistemológico e filosófico, Morin (2005) traça um caminho articulado para um entendimento não ingênuo da complexidade ao discorrer sobre as avenidas que conduzem a esse caminho, o que denomina de “avenidas da complexidade”.

A 7ª avenida, especificamente, trata da crise que circunda os conceitos claros e fechados, em que argumenta-se que são insustentáveis porque, no mundo em que se vive, as verdades se expressam através de ambiguidades (MORIN, 2005). Sob a ótica desta insustentabilidade das demarcações absolutas frente ao real, Morin (2005) adiciona que

[..] sempre há dualidade e conflito entre as visões empíricas que, no máximo, se tomam racionalizadoras e lançam para fora da realidade aquilo que escapa a sua sistematização. Racionalidade e empirismo mantêm um diálogo fecundo entre a vontade da razão de se apoderar de todo o real e a resistência do real à razão (p, 189).

E conclui esta linha de raciocínio assumindo que onde há antagonismo entre as formas de interpretação da realidade e a racionalidade, há também complementaridade (MORIN, 2005). Trazendo para essa arguição a dialógica, esta tida como um termo que abarca a união de dois princípios sem que a dualidade entre eles se perca com essa fusão, o autor fortalece sua tese na defesa da reforma de pensamento em vistas à complexidade, isto é, da

expansão de um pensamento redutor em direção a um pensamento dialógico. De acordo com o autor, há fecundidade neste movimento, que encontra na ambiguidade das situações reais não uma dificuldade mas um desafio, o desafio da complexidade (MORIN, 2005). Movimento este que, inclusive, Fourez (2003; 1997a) reconhece e deixa-se conduzir em alguns pontos de sua obra.

Fourez (1997a) ao discorrer sobre a polarização do debate acerca da ACT oriunda de diferentes interesses que, ora se fundem ora se confrontam, e que estão diretamente envolvidos nas negociações acerca do currículo e da política de educação científica, reconhece este pensamento. De acordo com o autor, a real importância da ACT reside na fusão desses interesses conflitantes.

Em um trabalho posterior em que discute evidências de que o ensino de ciências passa por uma crise, apresentando uma série de controvérsias desta formação oferecida nas escolas e concluindo que se faz necessária uma reforma da epistemologia que o professor tem e usa sobre a Ciência, Fourez (2003) aprofunda-se neste movimento de transição da perspectiva que tinha sobre as finalidades da educação científica. Anteriormente abordadas como dicotômicas, tais finalidades passam então a ter seu carácter complementar reconhecido. De acordo com o autor

Cada uma destas perspectivas tem sua importância. A primeira visa sobretudo à formação, à inserção e à capacidade criativa do cidadão na sociedade. A seu respeito fala-se seguidamente de alfabetização científica e técnica. A segunda privilegia a formação de especialistas e tem seu lugar sobretudo à margem das especializações escolares dos que decidiram fazer uma carreira em que ciências e tecnologias estão envolvidas. [...] Desta maneira, pode-se destacar as diferenças entre duas perspectivas frequentemente opostas, mas complementares: a que visa à formação do cidadão e a que visa à preparação de especialistas (FOUREZ, 2003, p. 113).

Em discussões mais recentes sobre ambas as formas de abordar o conhecimento científico, portanto de promover a educação científica, fala-se do Conhecimento *em* Ciência, que prima pelo ensino através dos produtos finais, centrando-se nos conteúdos e/ou projetos (leis, modelos, teorias, conceitos, etc) da ciência e dos cientistas; e do Conhecimento *sobre* Ciência, que centra-se no modo como os conhecimentos científicos foram construídos e reflete sobre o lugar deles na vida contemporânea, bem como sobre suas relações com os indivíduos, a sociedade e o ambiente (CUTRERA, 2010, grifo nosso).

No reconhecimento destas abordagens, enfatiza-se o caráter antagônico, mas complementar que há entre elas, e reflete-se quanto a superioridade da primeira abordagem sobre a segunda presente nos currículos de ciências e as consequências para a formação da imagem da Ciência pelo professor e para a educação científica dos estudantes (ibid). Isto posto, os autores defendem a inserção do conhecimento sobre a ciência nos currículos, resgatando o seu caráter complementar para o conhecimento em ciência.

É, portanto, na busca por uma perspectiva mais aprofundada, e respeitando as diferentes dimensões e contribuições que circundam as práticas da educação científica, particularmente aquelas realizadas pelo ensino formal, que inicia-se este cruzamento entre as ideias de Gerard Fourez com os de Edgar Morin. Interessa-nos, pois, tomar as práticas e concepções de educação científica a serem adicionadas ao repertório dos professores de Ciências a partir de vivências em sua formação inicial, com um olhar não reducionista, que reconheça criticamente o antagonismo que há nas suas manifestações, porém sem desconsiderá-las, mas assumindo-as como complementares, reguladoras e estimuladoras em prol de mudanças no paradigma do ensino de ciências atual.

### **1.1.1 A Alfabetização Científica e Tecnológica e a Cabeça Bem-Feita: Organizando o conhecimento**

Refletindo sobre como se tem educado os indivíduos frente à uma sociedade tecnocientífica e emaranhada em problemas complexos, e preocupados com as competências que a escola tem mobilizado (ou não) em vistas à formação cidadã, Fourez e Morin elaboraram pressupostos-guias referentes ao modo como o conhecimento científico deve ser organizado e direcionado para o processo de ensino-aprendizagem.

Assim, Fourez (1994) apresenta o conceito de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), elucidando que o termo faz referência ao desenvolvimento de uma leitura de mundo necessária e adequada à sua época; assim, tal como à alfabetização (aprender a ler e a escrever) era o objetivo primeiro nos séculos passados, a ACT torna-se necessidade elementar na educação científica e, conseqüentemente, na formação cidadã dos indivíduos do século XXI, estes

imersos em uma sociedade altamente entrelaçada à Ciência e Tecnologia.

Neste sentido, de acordo com Fourez (1994), a ACT possui razões sociais para ser promovida no ensino de ciências, visto que repercute na formação de cidadãos que, armados de um conhecimento integrado à realidade em que encontram-se, tornam-se mais autônomos, participativos e conscientes do seu papel diante das decisões e problemas em sociedade. Ainda, a ACT é guiada por razões humanísticas por buscar o desenvolvimento do ser humano em suas dimensões histórica e epistemológica, de modo que compreenda a ciência enquanto produto de construção social, a qual faz parte - assim como ele - da história humana e sendo portanto influenciada pelos fatores e condições da época; éticas, em que a partir de diferentes conhecimentos visualiza suas possibilidades no agir; culturais, reconhecendo que a ciência e tecnologia fazem parte da história e seus significados.

Fourez (1997a) complementa que a ACT parte também de aspectos econômicos (aumentar a probabilidade dos indivíduos de conquistar emprego em uma economia competitiva e de, conseqüentemente, contribuir para o crescimento da nação) e democráticos (subsidiar os indivíduos dos conhecimentos necessários para que participem e se engajem nos debates e decisões públicas) para alcançar os objetivos da educação científica.

Para Fourez (1997a; 1994), são três os objetivos da ACT. O desenvolvimento da **autonomia** dos indivíduos, o qual possibilita decidir sobre a relevância de determinado conhecimento científico e do seu uso correto; saber quando, e como consultar os especialistas; tomar decisões frente a problemáticas e participar ativamente dos debates em sociedade. O segundo objetivo diz respeito à **comunicação**, à capacidade dos indivíduos de transmitir claramente aos outros suas vivências e representações mentais, à habilidade de manter um diálogo e debate, ao uso correto das traduções e das transferências de conhecimento. Por fim, o autor destaca como terceiro objetivo da ACT o **domínio**, ou seja, a capacidade de gerenciar situações, de saber e poder agir, de saber integrar conceitos científicos e valores para tomada de decisões.

Portanto, essa forma epistemológica de lidar com o conhecimento no ensino de ciências, almeja aos estudantes não somente o entendimento do

mundo pela perspectiva científica, mas também o desenvolvimento neles de competências sociais que perpassam pela aquisição de habilidades metacognitivas e atitudinais. É neste sentido que Fourez (1997a) destaca que a ACT implica em uma certa socialização do conhecimento científico no mundo histórico real, onde mesmo que um modelo seja tecnicamente eficiente em determinada situação específica, ele se tornaria socialmente inútil desde que não se realizasse movimentos para seu estabelecimento em determinada condição social.

Em muitos pontos essa estratégia dialoga com os pressupostos de Morin (2018) quanto à necessidade da reforma de pensamento em vistas à formação de uma “cabeça bem-feita”, a qual está

apta para organizar os conhecimentos e, com isso, evitar sua acumulação estéril. [Onde] Todo conhecimento constitui, ao mesmo tempo, uma tradução e uma reconstrução, a partir de sinais, signos, símbolos, sob a forma de representações, ideias, teorias, discursos (MORIN, 2018, p. 24).

Nessa elaboração de representações, ideias, teorias e discursos a partir da reformulação do conhecimento para situações outras daquelas em que ele foi projetado, observa-se o pleno emprego dos objetivos da ACT percorridos por Fourez: da autonomia, na busca e seleção do conhecimento a ser reconstruído, bem como na própria reconstrução desse conhecimento; da comunicação, a partir da tradução desse conhecimento, do compartilhamento dos meios que se seguiram e da argumentação justificando tal feito; e do domínio, na correta transferência e aplicação desse conhecimento, bem como na utilização do mesmo para determinada ação.

Dessa forma, ressalta-se a importância de formar cidadãos a partir do desenvolvimento de uma inteligência geral nos mesmos, perpassando pelo estímulo à criatividade e à indagação que para Morin (2018) culmina no desenvolvimento de uma “cabeça bem-feita”, e para Fourez (1997a; 1994) forma indivíduos científica e tecnologicamente alfabetizados.

É, portanto, munindo os indivíduos – e aqui estes tratam-se de futuros professores de Ciências - de **uma visão epistemológica** que permita transferir conhecimentos científicos de um contexto para outro, ou enxergar os conhecimentos sobre uma perspectiva para além daquela em que a padronização disciplinar o situou – portanto, mais contextualizada, tal como se

propõe a ACT -, que o ensino pode mobilizar seus esforços em vistas a uma reforma de pensamento que, conseqüentemente, o reformará (MORIN, 2018).

Fourez (1994), discorrendo acerca das demandas que, na perspectiva da ACT, recaem sobre a formação de professores de ciências, defende que esta deve abarcar: (1) uma sólida formação em epistemologia, filosofia e história da ciência, que deve promover uma renovação na concepção de ciência em superação à perspectiva positivista, tomando aquela enquanto produto da construção humana; (2) a conclusão bem-sucedida de um projeto interdisciplinar, cuja vivência todo professor de ciências deveria ter ao menos uma vez em sua formação de modo a fazê-lo destemido e apto para abordar a complexidade do mundo em sala de aula, sabendo dialogar com conhecimentos para além da sua disciplina; (3) a participação em debates sobre o sentido e finalidades do ensino de ciências, em que os licenciandos tenham oportunidades de expressar as razões e concepções que o guiam em sua prática e assim discuti-las com seus pares e demais atores relacionados; e (4) o desenvolvimento de um modo de pensar tecnológico, que capacite os futuros professores de ciências a entender também a tecnologia e suas relações com a ciência.

Na presente intenção de pesquisa, pretende-se perpassar pelos três primeiros aspectos da formação de professores por meio da realização de uma metodologia que envolve momentos de discussões epistemológicas, construção de representações interdisciplinares e oportuniza intensa reflexão para o ensino de ciências. Metodologia esta também proposta por Fourez que consiste na concretização dos seu escritos epistemológicos, por sua vez sintetizados no construto da ACT.

### **1.1.2 Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade e a União das Culturas Humana e Científica: Articulando o conhecimento**

A especialização da ciência e das disciplinas, é assunto discutido por Morin (2018; 2005) e Fourez (1995), expondo questões como a mutilação do pensamento e dos fenômenos, a falta de reflexão e isolamento dos cientistas e professores sobre e nas suas áreas, e a redução do homem e da natureza. Para os teóricos, as abordagens educacionais monodisciplinares e as

perspectivas especializadas mostram-se inadequadas no enfrentamento de problemas concretos, de realidades cada vez mais complexas (MORIN, 2018; FOUREZ, 1995; FOUREZ, MATHY; ENGIEBERT-LECOMTE, 1993).

Assim, em uma crítica aos desenvolvimentos disciplinares da ciência e à subsequente obediência do sistema de ensino a eles, Morin (2018) comenta como a escola ao isolar os objetos, separar as disciplinas e dissociar os problemas, conduz à perda da aptidão natural que teriam as mentes dos estudantes para contextualizar e integrar os conhecimentos. Também atento a essa problemática, Fourez (1997b) defende que o ensino de ciências não deve limitar-se às ciências disciplinares, mas apoiar-se também em abordagens contextualizadas. O conhecimento disciplinar quando se esquece de suas próprias raízes, quando se separa dos contextos e projetos que os mobilizaram e os construíram e é posto como garantido e finalizado em sala de aula, culmina em um ensino no qual “os alunos não sentem que as aulas de ciências visam facilitar a decodificação de seu próprio mundo, mas que apenas pretendem trazê-los para o mundo dos cientistas” (FOUREZ, 1997b, p. 225, tradução nossa). Além disso, o autor também já se perguntava: como ensinar aos jovens o uso correto dos conhecimentos padronizados? Como ensiná-los a usar corretamente os especialistas? Quando e como ensinar os jovens a elaborar modelos interdisciplinares diante de situações da vida cotidiana?.

A interdisciplinaridade é, portanto, preocupação dos teóricos e uma pauta constante em suas dissertações, nas quais discorrem sobre a necessidade de reformulação das concepções sobre o conhecimento em vistas ao estabelecimento de pontes que articulem suas diferentes áreas, níveis e objetos. Citando Fourez e colaboradores (1993), “a questão da interdisciplinaridade não é apenas didática, é também, e talvez antes de tudo, epistemológica: muitos professores carecem de uma representação operacional das práticas interdisciplinares” (p. 120, tradução nossa).

Considerando a necessidade de retomada à articulação do conhecimento no processo de ensino-aprendizagem, não somente ao nível epistemológico, mas também metodológico, Fourez e colaboradores (1993) sugerem um conjunto de atividades que se propõem ao alcance da operacionalização da interdisciplinaridade em sala de aula, a metodologia

denominada “Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR)”. Uma IIR consiste da representação de um objeto, fenômeno, situação ou problema a partir de diferentes abordagens e dimensões sobre o mesmo, elaborada por um “comitê” multidisciplinar ou não (que pode ser uma turma de estudantes ou um grupo de professores, dentre outros atores relacionados ao processo educacional e para além dele, a depender do contexto e objetivo que ela é aplicada), o qual irá mobilizar esforços para levantar perspectivas e respostas oriundas de diferentes disciplinas e especialistas sobre a questão trabalhada (FOUREZ, 1997; FOUREZ, MATHY & ENGIEBERT-LECOMTE, 1993).

Desta forma, percebe-se que a metodologia entra em consonância com os escritos de Morin (2005) sobre o pensamento complexo, considerando a ambição deste para a construção de um conhecimento multidimensional, que possibilite a integração entre as partes ora desarticuladas das disciplinas, não necessariamente fornecendo todas as informações sobre um fenômeno, mas reconhecendo suas dimensões culturais, sociais, econômicas, etc.

Dessa forma, Morin (2018) reforça que a união de diferentes culturas fornece um olhar sobre o homem, ou melhor, sobre a condição humana, que não mais a desintegre em dimensões desarticuladas, e sim aborde seus aspectos biológicos, mas também culturais, sociais, históricos, poéticos, etc. Para o autor,

um modo de pensar, capaz de unir e solidarizar conhecimentos separados, é capaz de desdobrar em uma ética da união e da solidariedade entre humanos. Um pensamento capaz de não se fechar no local e no particular, mas de conceber os conjuntos, estaria apto a favorecer o senso da responsabilidade e o da cidadania. A reforma de pensamento [conduzida pela prática interdisciplinar] teria, pois, consequências existenciais, éticas e cívicas (p. 97).

As etapas que compõem a metodologia IIR induzem, como será mostrado mais adiante, ao longo de todo o processo, a tomada de decisões concernentes às investigações e aos conhecimentos trabalhados, implicando na ocorrência de discussões e reflexões que permeiam o olhar para essa condição humana comentada por Morin (2018). Fourez e colaboradores (1993) destacam que ao olhar para a elaboração de uma IIR como um todo, uma finalidade dita estética pode ser alcançada, uma vez que o espírito humano é descoberto e reconhecido em sua criatividade nesse processo de ruptura de perspectivas monodisciplinares. A criatividade, a liberdade e a imaginação, são

temas que Morin (2005) amplamente discute e também associa às atividades investigativas, pontuando que o papel destes elementos se faz relevante e inerente à origem das explicações científicas – ao passo que a lógica clássica da ciência, o dito positivismo, os refuta à todo custo -, posicionando-os no centro intelectual e mental da pesquisa, e enfatiza a proximidade entre as noções de arte e ciência tendo em vista o papel da imaginação e da criatividade em ambas as atividades.

Percebe-se aí que ambos os teóricos, cada qual com suas denominações, o espírito humano de Fourez e a condição humana de Morin, teceram comentários sobre onde o impacto da interdisciplinaridade concentra-se na formação do homem, resgatando nele a articulação do conhecimento para apreender a si próprio e a realidade ao seu redor. Além disso, discorreu-se sobre os posicionamentos compartilhados pelos autores – implícita e explicitamente – quanto à organização do conhecimento para o processo de ensino-aprendizagem e às possibilidades de reflexão e articulação do conhecimento científico através da interdisciplinaridade e contextualização.

## **1.2 O conhecimento do professor na visão de Lee Shulman**

Para pensar nas formas pelas quais se pode abordar, em sala de aula, o conhecimento científico de modo a articulá-lo com as demais áreas e contextualizá-lo, é necessário que se discuta sobre como o próprio ensino se organiza. Isto implica, antes de tudo, em discussões sobre o conhecimento que os professores constroem ao longo de sua formação para exercer sua profissão.

Neste campo, Lee Shulman (1987; 1986) surge como um dos principais teóricos na América do norte e também em diversos países estrangeiros, por seu programa de pesquisa e marco conceitual construído sobre a base de conhecimentos dos professores, tendo sido influente e fundamento para muitas reformas educativas (ALMEIDA e BIAJONE, 2007). Inicialmente, Shulman (1986) estabelece uma perspectiva histórica dos movimentos pelos quais passaram as concepções de conteúdo e pedagogia, enquanto principais e quase que exclusivos conhecimentos docentes que se tinha ciência na época.

Assim, o autor ressalta como, por um longo período, ambos os conhecimentos permaneceram dicotômicos e mutuamente excludentes. Porém, visando construir um diálogo entre ambos os conhecimentos há muito investigados e trabalhados separadamente, Shulman (1986) coloca

É provável que o mero conhecimento de conteúdo seja tão inútil pedagogicamente quanto a habilidade sem conteúdo. Mas misturar adequadamente os dois aspectos das capacidades de um professor exige que prestemos tanta atenção aos aspectos de conteúdo do ensino quanto recentemente nos dedicamos aos elementos do processo de ensino (p. 8, tradução livre).

Isto posto, o autor apresenta o conceito que viria a ser posteriormente o principal construto de sua teoria. Em inglês *Pedagogical Content Knowledge* (PCK)<sup>1</sup>, traduzido como Conhecimento Pedagógico de Conteúdo, trata-se da dimensão articuladora e dialógica entre conteúdo e pedagogia, que toma o conhecimento do conteúdo em função do ensino.

### **2.2.1 Conhecimento Pedagógico Do Conteúdo (PCK)**

Shulman (1987) considera o PCK como o tipo de conhecimento que distingue, no que tange à abordagem de determinado assunto, o professor de um especialista, posto que este último não possuirá a formação e domínio necessário para transformar seu conhecimento em algo "ensinável", algo que o professor possui e que constitui como elemento que por si só confere o carácter profissional de sua função na sociedade.

Como comentado, na visão de Shulman (1987; 1986), da interação entre o conhecimento de conteúdo e o conhecimento pedagógico é que se é produzido o PCK, como um conhecimento transformado a partir daqueles, e por meio do qual o professor é capaz de organizar um assunto de forma a torná-lo compreensível, valendo-se de um repertório de estratégias, representações, exemplos, analogias, metáforas. A condução de uma aula feita por um professor que domina esse conhecimento, facilita a compreensão do assunto pelos estudantes, e os conduz por caminhos mais claros de raciocínio para a assimilação dos conceitos da disciplina.

O professor mobiliza seu PCK também ao levar em consideração as

<sup>1</sup>Será utilizada a sigla em inglês para se referir ao conceito devido sua ampla utilização na literatura, inclusive a brasileira. De acordo com Fernandez (2015), a sigla em inglês é sinônimo do conceito.

concepções que os estudantes trazem consigo, estejam elas corretas ou não, uma vez que ele será capaz de aproveitar as ideias mais equivocadas para conduzir os estudantes à uma reorganização de sua compreensão sobre o assunto (SHULMAN, 1986). Mais à frente se verá que este conhecimento do que os estudantes já trazem consigo de equívocos e de dificuldades de aprendizagem compõe parte da base de conhecimentos do professor, estes considerados pela literatura ora como componentes do PCK, ora como um conjunto de conhecimentos com o qual o PCK relaciona-se, sendo por eles influenciado e retroativamente influenciando-os (FERNANDEZ, 2015; MAGNUSSON; KRAJCIK; BORKO, 1999).

Shulman (1987) enfatiza o carácter intelectual que acompanha o fazer docente, realçando que ele refere-se não somente ao comportamento do professor em sala de aula, como também às reflexões que este realiza sobre o conteúdo para construir formas de concebê-lo e abordá-lo. Para o autor, a compreensão e a instrução são pelo professor articuladas de modo a promover a aprendizagem dos estudantes em um processo de ação e raciocínio pedagógico que perpassa o antes, o durante e o depois do ato de ensinar. Neste sentido, o desenvolvimento e aprimoramento das formas de representação de um assunto – isto é, do PCK - têm a prática docente como premissa básica. De acordo com o autor,

como não existem formas de representação mais poderosas, o professor deve ter em mãos um verdadeiro arsenal de formas alternativas de representação, algumas das quais derivam de pesquisas onde outras se originam na sabedoria da prática (SHULMAN, 1986, p. 9, tradução livre).

Assim, muito embora Shulman não tenha discorrido claramente sobre o momento profissional específico em que considera que o PCK é construído, percebe-se que na sua concepção original, o construto está diretamente relacionado ao ato de lecionar, o que gera naturalmente implicações sobre as pesquisas destinadas à acessá-lo, bem como sobre o currículo de formação de professores que comprometa-se com o desenvolvimento e amadurecimento deste conhecimento por parte dos licenciandos.

De acordo com Fernandez (2015), a relação do PCK com a prática na sala de aula também é reconhecida nos debates recentes entre pesquisadores

da área que, sugerindo componentes e modelos para este conhecimento, afirmam que o resultado dos estudantes, por exemplo, é um dos fatores que o influencia diretamente. Mais recentemente, Silva (2018), reforça essa associação entre o surgimento do PCK e situações práticas de ensino, mas elucida caminhos para a investigação do construto no contexto da formação inicial de professores de ciências, mostrando como esse conhecimento exclusivo do professor pode ser também estudado em situações que visam a integração do licenciando ao seu ofício, como no planejamento de uma aula – ou atividade, avaliação, jogo didático, etc -, em momentos de reflexão com o professor formador e outros licenciandos, bem como de debates sobre dilemas e desafios que podem surgir em sala de aula, dentre outros exemplos.

Assim, embora o desenvolvimento e mobilização do PCK estejam fortemente associados a atuação do professor em sala de aula em termos de aplicação e reflexão sobre o ensino, os conhecimentos que o constituem - assim como os demais da base de conhecimentos docentes que relacionam-se a ele - já desenvolvem-se antes mesmo de o professor chegar à escola como tal, isto é, ainda na academia (FERNANDEZ, 2015). Shulman (1987) destaca como é admirável que esse amplo conjunto de conhecimentos para o ensino sejam trabalhados no curto período dedicado à formação do professor. Conforme destacado por Silva (2018), alguns teóricos discorrem que essa construção dos conhecimentos acerca da profissão docente se dá, ainda que inicialmente e com carácter de senso comum, já na fase escolar, posto que nela o futuro professor, enquanto estudante, têm contato direto com o fazer pedagógico e com profissionais da área - seus professores -, em que começa a conceber suas crenças e fundamentos sobre o que é ser professor, como se caracteriza uma boa aula, o que é necessário para conduzir uma turma e ministrar eficientemente um conteúdo, dentre outras questões.

Neste sentido, distanciando-se de uma abordagem linear do PCK que o tomaria como uma espécie de produto final – posto que ele não o é, pois sofre constantes transformações fruto da prática docente -, entende-se aqui que o PCK como eixo articulador de uma rede de conhecimentos cujas fontes, temporalidades e características são distintas; e que, quando da interação entre si, por meio de um processo intelectual e comportamental empreendido

pelo professor, que envolve consciência, reflexão, intencionalidade, seleção e sistematização, resultam no conhecimento que é exclusivo e peculiar de sua profissão (FERNANDEZ, 2015; MAGNUSSON; KRAJCIK; BORKO, 1999). Sob estas premissas, e também em consonância aos estudos recentes que trabalharam com este mesmo marco teórico na formação inicial de professores (RUTT; MUMBA, 2019; SILVA; MARTINS, 2019; SILVA; MARTINS, 2018; ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016), especial atenção será direcionada aos conhecimentos que compõem PCK, bem como àqueles que formam a base de conhecimentos do professor.

Do exposto, tais conhecimentos serão detalhadamente apresentados a seguir, na perspectiva de Shulman (1987; 1986) e de outros pesquisadores mais recentes, dado que um dos objetivos da presente intenção de pesquisa é investigar tais conhecimentos-base no que tange às suas interações, mobilizações e desenvolvimento face à ACT vivenciada pelos licenciandos.

### **2.2.2 A base de conhecimentos docente e algumas relações com a ACT**

Tendo em vista o referencial epistemológico construído por meio do diálogo entre Fourez e Morin, bem como a necessidade de adoção de um terceiro aporte teórico referente à base de conhecimentos docentes, nesta seção se buscará tecer algumas relações entre os escritos daqueles autores e as características dos conhecimentos docentes que embasaram este estudo.

Embora Shulman (1987; 1986) tenha dado ênfase ao PCK enquanto conhecimento que caracteriza a atuação profissional do professor e a distingue de outras profissões que também se incubem em dominar uma determinada área do conhecimento – como, por exemplo, os cientistas -, ele não deixou de discorrer sobre os demais conhecimentos que, juntamente com o PCK, compõem os domínios e habilidades necessárias para o ensino eficaz.

O autor propôs duas outras categorias de conhecimentos, além do conhecimento pedagógico do conteúdo, que seriam então constituintes da base do conhecimento dos professores (SHULMAN, 1986), quais sejam:

- a) **Conhecimento de Conteúdo:** refere-se não somente aos conteúdos em si, como também ao modo como eles estão organizados e estruturados na disciplina. É válido ressaltar que este tipo de

conhecimento permite discussões sobre a natureza da ciência, posto que envolve a compreensão dos processos de produção, representação e validação de determinado conteúdo científico, bem como incita reflexões epistemológicas sobre a própria ciência em questão. Neste ponto, percebe-se uma lacuna nestes pressupostos teóricos sobre a base de conhecimentos referente aos aspectos sociológicos dos conteúdos. Entretanto, Shulman (1986) coloca que “eles [os professores] também devem ser capazes de explicar por que uma proposição específica é considerada justificada, por que vale a pena conhecer e como ela se relaciona com outras proposições, tanto dentro da disciplina quanto fora dela, tanto na teoria quanto na prática.” Com isso, o autor defende que o conhecimento de conteúdo também deve abranger discussões acerca da natureza da ciência e das relações práticas que o conteúdo científico estabelece com outras dimensões, embora não tenha especificado se estas deveriam promover a contextualização para com as questões concretas do cotidiano e da realidade. Ademais, na visão do teórico, a primazia de determinados assuntos sobre outros, e a explicação dessa priorização está integrada a essa categoria. Noções de interdisciplinaridade e de práxis também são contempladas neste tópico, posto que conhecer o conteúdo é também estabelecer relações entre ele e aqueles de outras disciplinas, bem como conhecer a teoria que o rege e a prática na qual ele pode ser observado;

b) **Conhecimento Curricular:** consiste no domínio e manejo dos programas de estruturação dos conteúdos ao longo das séries escolares, que adequam assuntos e tópicos específicos a determinados níveis de ensino. Abrange ainda o domínio dos materiais, tais como textos, softwares, materiais visuais, etc que podem ser utilizados no ensino de tópicos específicos. Esta categoria também envolve noções interdisciplinares posto que também faz parte dela o conhecimento curricular lateral, a partir do qual o professor é capaz de estabelecer relações entre tópicos da sua disciplina e àqueles que estão sendo ensinados simultaneamente por professores de outras áreas. O autor discorre como também componente desta categoria o conhecimento do

currículo vertical, que consiste na familiaridade com tópicos que foram e serão ensinados na mesma disciplina no decorrer das séries escolares.

Mais tarde, Shulman (1987) adiciona à base de conhecimentos mais quatro categorias, sendo elas: **conhecimento pedagógico geral**, que transcende o conteúdo e refere-se ao domínio e utilização de estratégias para o gerenciamento e organização de uma sala de aula como, por exemplo, à noções de divisão de tempo das atividades de ensino-aprendizagem, à habilidades para gerenciamento do comportamento da turma, dentre outros aspectos; **conhecimento dos estudantes e de suas características**; **conhecimento dos contextos educacionais**, que envolve a compreensão do funcionamento desde o nível micro do ensino - correspondente aos grupos e à turma de uma sala de aula -, perpassando pelo intermediário - como a gestão da escola e do seu respectivo sistema educacional, até o nível macro - envolvendo o entendimento da comunidade e cultura onde ele, suas turmas e a escola se situa; a última categoria diz respeito ao **conhecimento dos fins, propósitos e valores educacionais e seus fundamentos filosóficos e históricos**.

Para o autor, este conjunto de conhecimentos permanece em um constante movimento de reformulação e evolução conforme é mobilizado pelos profissionais docentes, desde o momento do planejamento das aulas até após a instrução destas, em um processo cíclico e constante de ação e raciocínio pedagógico (SHULMAN, 1987). Por isto também, a intenção da presente pesquisa não é captar e/ou descrever um PCK finalizado e altamente eficiente, mas sim considerar o processo pelo qual ele começa a ser estruturado durante a formação inicial de professores de ciências, levando em conta os conhecimentos docentes – no que tange ao desenvolvimento, mobilização e interação destes - que são a matéria-prima daquele, analisando-os sob a luz e efeito de uma formação voltada para a alfabetização científica e tecnológica dos licenciandos.

Por mais operacional que a teoria de Shulman pudesse mostrar-se na época - como de fato mostrou-se, repercutindo em reformas nos programas de formação e avaliação docentes, bem como na própria concepção do professor enquanto profissional -, as pesquisas empíricas posteriores notaram que outros

conhecimentos da base também eram mobilizados pelos professores quando estes pensavam em formas de abordagem do conteúdo na sala de aula; elas também reconheceram outras relações relevantes no ensino para além da “conteúdo x pedagogia”, não antes mencionadas por Shulman (FERNANDEZ, 2015).

Assim, de acordo com Fernandez (2015), tais pesquisas concentraram-se em ampliar o modelo do teórico e a relacionar os demais conhecimentos docentes ora como componentes do PCK – referidos aqui como “conhecimentos componentes” -, ora como um conjunto de conhecimentos à parte relacionados a ao PCK cuja influência entre si ocorre de forma mútua e retroativa – então referidos como “conhecimentos base”. Neste trabalho, a autora reúne os principais modelos – em termos de citações na literatura e produção sistemática dos seus autores na área do ensino de ciências - apresentados posteriormente às publicações de Shulman que contribuíram para o amadurecimento do construto PCK, bem como da base de conhecimentos no que tange à identificação e caracterização de novos domínios.

Em sua proposta, Shulman (1987; 1986) não discute as relações, influências e estruturação que haveria entre os domínios da base de conhecimentos do professor, bem como entre estes e o PCK; a primeira sistematização destes conhecimentos docentes foi empreendida por Grossman (1990), então doutoranda de Shulman, sendo posteriormente enriquecida com aprofundamentos e novas perspectivas de organização e interação para os conhecimentos base e para os conhecimentos componentes do PCK (FERNANDEZ, 2015). Dentre as pesquisas e modelos de PCK publicados posteriormente ao de Shulman, serão destacados aqui dois deles, o de Magnusson, Krajcik e Borko (1999) e o de Park e Oliver (2008), posto o detalhamento dos conhecimentos base e componentes do PCK realizado por eles; o que permite que seja feito aqui uma melhor descrição de cada tipo de conhecimento.

Magnusson, Krajcik e Borko (1999) além de apresentarem novos conhecimentos sugeridos como componente do PCK – a serem comentados mais ao longo desta seção -, caracterizaram mais profundamente os outros

domínios docentes citados por Shulman. Como o **conhecimento curricular** que, na concepção dos autores, além de envolver o conhecimento dos programas norteadores e dos materiais a serem trabalhados no ensino de tópicos específicos de ciências e o conhecimento do currículo lateral e vertical, também diz respeito ao domínio das metas e objetivos dessa área presentes nos documentos oficiais – tal como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que, dentre outras disciplinas, discorre sobre os objetivos do ensino de ciências.

O que Shulman (1987) havia denominado de conhecimento dos fins, propósitos e valores educacionais e seus fundamentos filosóficos e históricos – que compunha a base de conhecimentos docente -, aproxima-se de um componente do PCK denominado posteriormente de **orientações para o ensino de ciências**. Este conhecimento refere-se às crenças do professor sobre os propósitos e objetivos do ensino de ciências em um determinado nível; à tomada de decisão no que tange ao planejamento, execução e reflexão sobre o ensino; e às crenças do professor sobre a natureza da ciência (PARK; OLIVER, 2008; MAGNUSSON; KRAJCIK; BORKO, 1999), tendo este último elemento origem na proposta de Shulman (1987), referindo-se ao domínio e percepções do professor sobre os aspectos complexos (históricos, sociológicos, filosóficos, etc) pelos quais a ciência e o conhecimento científico são produzidos.

Portanto, as orientações para o ensino de ciências constituem um conhecimento central que influencia a atuação e epistemologia do professor de ciências, estabelecendo relações diretas com outros domínios docentes, o que é destacado de forma muito clara pelo modelo de Park e Oliver (2008). Esta antecipação e conexão direta do pensamento, da compreensão e da percepção dos professores para com suas ações, comportamentos e habilidades no ensino é também reforçada nos escritos de Morin (2004), Cachapuz *et al* (2001) e Fourez (1997a); portanto, alinha-se às formulações epistemológicas nas quais a presente intenção de pesquisa embasa-se e estende à formação de professores.

Em se tratando do referencial teórico específico sobre conhecimentos docentes aqui trabalhado, Magnusson, Krajcik e Borko (1999) ressaltam como

as orientações para o ensino de ciências têm influência sobre o **conhecimento das estratégias instrucionais de ensino de ciências**. Os autores apresentam duas categorias constituintes desse conhecimento, quais sejam: estratégias para o ensino de assuntos específicos são abordagens e esquemas gerais utilizados para o ensino de ciências, que portanto podem ser amplamente aplicada para trabalhar com qualquer assuntos da área, tais como estratégias de mudança conceitual, de investigação guiada, dentre outras; já as estratégias para o ensino de tópicos específicos são mais restritas, porque focam-se no domínio e invenção de representações (metáforas, analogias, modelos, etc) e atividades (demonstrações, simulações, experimentos, etc) que facilitam a aprendizagem de conceitos por parte dos estudantes.

A despeito da capacidade de criar novas representações a partir de conteúdos específicos, Fourez (1997b) comenta ser esta uma habilidade que o ser humano pode executar de forma direcionada ou automática, a depender da recorrência que faz às disciplinas científicas ou não, respectivamente. Em se tratando de professores de ciências, especialmente daqueles em formação, acredita-se que quanto mais este movimento for consciente e proposital – tal como a metodologia Ilha Interdisciplinar de Racionalidade propõe-se a conduzir -, mais familiarizado ele se tornará para com esta habilidade, tomada aqui como conhecimento instrucional em ciências; daí reforça-se o alinhamento entre os referenciais teóricos trabalhados, nos quais as reflexões epistemológicas convergem com os construtos relacionados à formação de professores.

Embora pareça haver uma relação entre o conhecimento das estratégias instrucionais e o conhecimento de conteúdo seja evidente, Magnusson; Krajcik; Borko (1999) ressaltam que o domínio de um – por exemplo, conhecer bem a matéria - não necessariamente influi sobre o aprimoramento de outro; e apontam também que conhecer a forma pela qual os estudantes aprendem e raciocinam influi diretamente sobre as estratégias adotadas pelo professor e seu resultado, isto é, a aprendizagem de conceitos cientificamente correta pelos estudantes. Assim, chega-se a um outro conhecimento componente do PCK, o **conhecimento da compreensão de ciências pelos estudantes**, que tem sua origem em uma das categorias de conhecimento base propostas por

Shulman (1987).

Ele trata do conhecimento dos pré-requisitos e habilidades necessárias para que os estudantes aprendam conceitos científicos, bem como as variações no que tange aos estilos e níveis de aprendizagem que podem ser manifestadas por eles (MAGNUSSON; KRAJCIK; BORKO, 1999). Além disso, os autores postulam que este conhecimento também envolve saber quais conceitos ou tópicos de ciências os estudantes consideram difíceis de aprender e o porquê – por exemplo, porque são abstratos demais ou não possuem vínculo algum com a realidade. Park e Oliver (2008), também discorrendo sobre o conhecimento da compreensão de ciências pelos estudantes, denominaram este último aspecto como as dificuldades de aprendizagem que, juntamente com equívocos, motivações e interesses, e necessidades dos estudantes, compõem as categorias do conhecimento em questão.

Magnusson, Krajcik e Borko (1999) propõem, ainda, o **conhecimento de avaliação** – como componente do PCK -, que diz respeito às dimensões e os métodos de avaliação da aprendizagem em ciências – que configuram-se como seus componentes -, em que o conhecimento das dimensões da aprendizagem em ciências trata dos aspectos da aprendizagem que o professor reconhece como importantes para avaliar em uma determinada unidade de estudo, assim como no processo de ACT.

Para os autores,

é importante que os professores tenham conhecimento sobre alguma conceituação de alfabetização científica para informar sua tomada de decisão relativa à avaliação em sala de aula da aprendizagem de ciências para tópicos específicos (MAGNUSSON; KRAJCIK; BORKO, 1999, p. 108, tradução livre).

Neste sentido, os escritos de Fourez (1997a; 1994) apresentam relevantes nortes teóricos, nos quais o autor discorre sobre os critérios que devem ser considerados para que alguém seja alfabetizado científica e tecnologicamente, e que, de modo complementar, devem ser considerados pelo professor de ciências como aspectos “ensináveis”, tais como a compreensão da natureza da ciência (em termos epistemológicos, sociológicos e históricos), a integração entre conhecimentos científicos e valores para tomada de decisão, o uso correto dos especialistas, das caixas-pretas e dos modelos interdisciplinares, dentre outros.

Como segundo componente deste domínio, o conhecimento dos métodos de avaliação demanda que o professor esteja inteirado dos instrumentos, procedimentos específicos, abordagens ou atividades que podem ser utilizadas numa determinada unidade de estudo para avaliar as dimensões da aprendizagem em ciências; demanda também que o professor conheça as vantagens e desvantagens da utilização de um método de avaliação específico, como exemplo, saber que a aplicação de um teste conceitual pode ser inadequado para avaliar a compreensão dos estudantes a respeito do processo de investigação científica, sendo mais viável para tal fim a realização de um exame prático de laboratório (MAGNUSSON; KRAJCIK; BORKO, 1999).

Park e Oliver (2008) também sugeriram um novo conhecimento para compor o construto PCK, em atenção às críticas que a literatura vinha apontando para a ausência do caráter afetivo nas discussões e pesquisas sobre a base de conhecimentos do professor. Críticas mais incisivas recaíram sobre o construto PCK de Shulman, apontando o foco exclusivo que a base de conhecimento sistematizada pelo autor direciona ao aspecto cognitivo dos conhecimentos docentes, negligenciando assim outras dimensões que também formam essa base de conhecimento, como a afetividade, emoção e motivação vivenciadas pelos professores no ensino (SILVA, 2018).

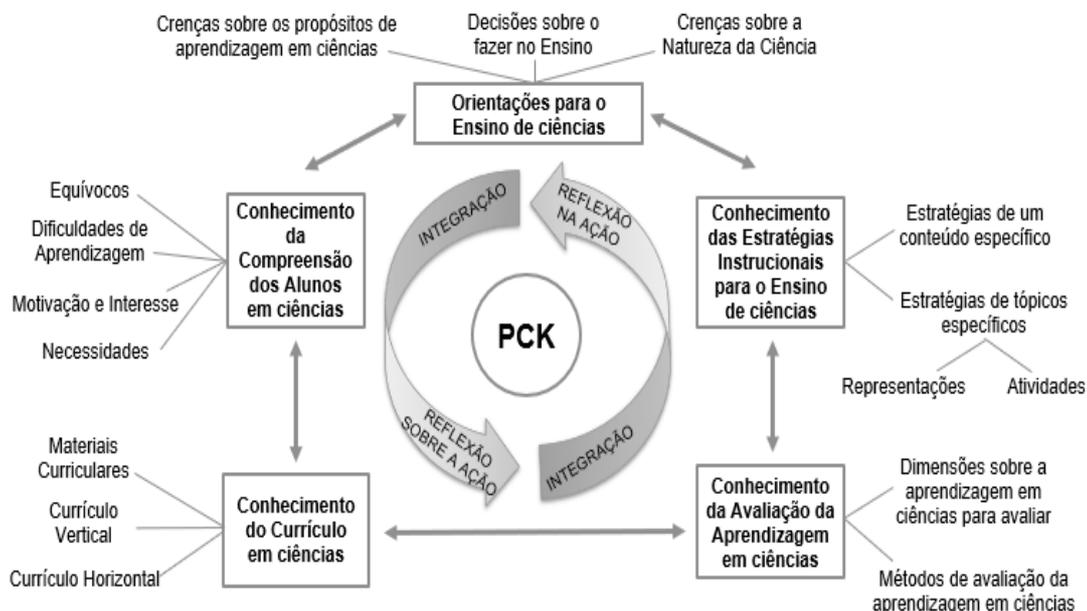
Como percebido, têm-se aí uma interação do PCK com outros conhecimentos para além do conteúdo ou da pedagogia, cuja influência atinge não somente a forma do PCK, como também sua manifestação em sala de aula. Daí a pertinência das críticas sobre a ausência do domínio afetivo nas discussões e pesquisas sobre a base de conhecimentos do professor, a partir da onde, segundo Silva (2018), defende-se a importância da formação de professores também trabalhar com outras dimensões do professor além do cognitivo, tais como os aspectos sociais e culturais nos quais eles se veem imersos. Neste sentido, o modelo leva em consideração a multidimensionalidade do professor enquanto ser humano, isto é, reconhece que este é um ser biológico-sociocultural, aproximando-se assim de um pensamento complexo, posto que “a ambição da complexidade é prestar contas das articulações despedaçadas pelos cortes entre disciplinas, entre

categorias cognitivas e entre tipos de conhecimento” (MORIN, 2018, p. 176).

Como visto, os domínios de conhecimentos expostos estabelecem uma série de distintas e relevantes interações entre si, que por sua vez influenciam direta e indiretamente o PCK, constituindo-se como um conjunto de conhecimentos que torna possível a existência, singularidade e relevância deste último no que tange à profissão docente. Embora Fernandez (2015) tenha destacado a diferença entre conhecimentos que pertencem à base de conhecimentos docente e conhecimentos que configuram-se como componentes do PCK, apresentados pelos diversos modelos do construto, na presente intenção de pesquisa tal distinção não será feita; isto porque, no modelo a ser utilizado, o de Park e Chen (2012), o PCK é concebido como um resultado da integração entre cinco conhecimentos que, por sua vez, abarcam categorias relativas a conhecimentos que Shulman (1987; 1986) também dissertou enquanto domínios pertencentes à base de conhecimentos docente, como o conhecimento curricular, conhecimentos dos estudantes, dentre outros. Isto posto, entende-se que os conhecimentos trabalhados a partir do modelo englobam, em uma só categoria, os domínios e habilidades necessárias para um ensino eficaz.

Ademais, o modelo também leva em consideração o papel da reflexão para a mobilização e desenvolvimento dos conhecimentos da base do professor em vistas à elaboração do PCK (ibid). Os autores consideram que esse processo envolve reflexão associada à execução e à retomada da prática (reflexão na e após a ação, respectivamente) onde, muito embora não pretenda-se neste trabalho investigar situações concretas de ensino empreendidas pelos licenciandos, considera-se momentos como planejamento de aula, de debates sobre os objetivos e situações do ensino de ciências entre pares e entre professor formador, de criação de representações, dentre outros, como exemplos de atividades práticas de ensino não-instrucionais que podem ser trabalhadas e refletidas na formação inicial de professores de ciências.

**Figura 1** - Modelo do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK, sigla em inglês) proposto por Park e Chen (2012).



**Fonte:** Adaptado de Park e Chen (2012).

Anteriormente comentou-se sobre cada um destes conhecimentos que se fazem presentes no modelo das autoras, porém, em vista de síntese, o quadro abaixo descreve as características dos mesmos:

**Quadro 1** – Conhecimentos docentes que compõem o modelo de Park e Chen (2012) e suas descrições.

Conhecimento Docente	Descrição
Orientações para o ensino de ciências	Refere-se às crenças dos professores sobre os propósitos e objetivos do ensino de ciências, bem como suas crenças acerca da natureza da ciência e as decisões e as decisões que toma sobre quais estratégias de ensino utilizar, como avaliar os estudantes, dentre outros aspectos relativo ao ensino.
Conhecimento das estratégias instrucionais para o ensino de ciências	Refere-se ao conhecimento de abordagens gerais que podem ser desenvolvidas no ensino de ciências e de representações que se aplicam no ensino de tópicos específicos da área.
Conhecimento da avaliação da aprendizagem em ciências	Refere-se ao conhecimento das dimensões da aprendizagem em ciências e dos métodos, instrumentos e atividades que podem ser utilizadas para avaliar tais dimensões.

<p>Conhecimento do currículo em ciências</p>	<p>Refere-se ao conhecimento que os professores possuem acerca dos materiais curriculares disponíveis para o ensino de um tópico. Abrange também o conhecimento do currículo horizontal e vertical, em que o primeiro envolve saber o assunto que está sendo estudado em outra disciplina e o segundo trata do domínio sobre a presença de um determinado conteúdo ao longo das séries.</p>
<p>Conhecimento da compreensão dos estudantes em ciências</p>	<p>Refere-se ao conhecimento sobre o que os estudantes sabem de um determinado conteúdo e o que entendem de forma equivocada, as áreas em que eles têm dificuldade para aprender, assim como a aspectos que os motivam e despertam seu interesse na aprendizagem.</p>

**Fonte:** elaborado pela autora.

Dessa forma, pretende-se utilizar o modelo de Park e Chen (2012) por considerá-lo mais adequado à presente proposta de pesquisa em termos de: I. Alinhamento dos construtos para com a perspectiva epistemológica aqui adotada: a ACT e suas relações com o pensamento complexo; II. Abertura para observação empírica das interações que podem ocorrer entre cada conhecimento da base; III. Contemplação de conhecimentos concernentes à interdisciplinaridade, contextualização e natureza da ciência; e IV. Destaque à reflexão enquanto processo que medeia o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo.

### **1.3 Alfabetização Científica e Tecnológica na formação inicial de professores de ciências**

A presente revisão bibliográfica buscou verificar como a ACT vem sendo abordada na formação inicial de professores de ciências. Assim, para uma aproximação com o que já vem sendo pesquisado na área, realizou-se levantamento de artigos em periódicos brasileiros e estrangeiros com Qualis A1 e A2, bem como buscou-se dissertações e teses na Plataforma Sucupira/CAPES. Os descritores utilizados nas buscas foram: “alfabetização

científica e tecnológica” e “formação inicial de professores” e suas respectivas traduções em espanhol e inglês.

Os periódicos nos quais realizou-se levantamento de artigos, foram: Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências, Boletim de Educação Matemática, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Ciência & Educação, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Lusofona de Educação, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias e Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Science & Education. Foram selecionados para compor a presente revisão artigos que continham, em seu título, resumo e/ou palavras-chaves, os descritores de busca; em relação às pesquisas que não mencionavam os descritores nestes elementos do trabalho, mas expressavam uma aproximação com os mesmos, realizou-se uma leitura integral do texto para verificar se de fato abordavam os objetos de estudo aqui interessados. Para os periódicos brasileiros, buscou-se trabalhos publicados desde 2010, e para os estrangeiros restringiu-se a busca para o intervalo 2015 – 2020, de modo que a análise não se pautasse em muitos trabalhos de contextos amplamente diferentes daquele em que a pesquisa será conduzida, mas que permitisse certa diversidade e atualização em sua base de comparação.

Embora alguns trabalhos abordassem temas como Ciência-Tecnologia-Sociedade, Ciência para Todos, Letramento científico, dentre outros relacionados em maior e menor nível à ACT, ou outros que abordaram-na porém não na formação inicial de professores, não foram aqui considerados em virtude dos critérios descritos acima. Assim, encontrou-se apenas duas pesquisas, sendo um artigo e uma dissertação, que serão comentados a seguir.

Ambos os trabalhos consultados abordavam a ACT na perspectiva de Fourez e dissertaram sobre os potenciais da metodologia Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) para desenvolvê-la na formação inicial de professores de ciências. O artigo de Millaré (2020) investiga os aspectos da formação de professores desenvolvidos por 20 licenciandos após vivência da metodologia na disciplina “Metodologia do Ensino de Química”, relacionando-os aos pressupostos teóricos de Fourez sobre a formação de professores comprometida em desenvolver a ACT. Assim, a pesquisadora usa o mesmo

referencial para conduzir epistemológica (ACT) e metodologicamente (IIR) seu estudo, bem como para analisar os resultados em termos de conhecimentos docentes, isto porque parte também dos requisitos (1) formação em epistemologia, (2) experiência interdisciplinar e (3) participação em debates sobre o sentido do EC discutidos por Fourez (2004) para verificar as contribuições da metodologia para a formação profissional dos licenciandos, em que observou-se que ela positivamente os abarcou.

A presente intenção de pesquisa difere do trabalho de Millaré (2020) por pautar-se no marco teórico da base de conhecimentos docentes de Shulman. Além disso, a interdisciplinaridade e questões epistêmico-sociológicas da ciência foram apontadas pela autora, em suas conclusões do estudo, como pontos relevantes para serem focalizados nas próximas pesquisas da área, posto que não foram bem contemplados em seu estudo e nas demais IIR investigadas nos últimos trabalhos; pontos estes que almeja-se abordar no estudo aqui proposto.

A dissertação de Oliveira (2019), em seu lugar, identificou os conhecimentos docentes necessários para serem trabalhados na formação inicial de modo a capacitar futuros professores de ciências à promoção da ACT em sala de aula. Esses conhecimentos, denominados pela pesquisadora de “aspectos”, foram identificados a partir de revisão bibliográfica, a partir do que construiu-se categorias norteadoras do processo de ACT que foram então verificadas empiricamente por meio de entrevistas com licenciandas em química. Assim como Millaré (2020), neste estudo não foi utilizado um referencial específico para embasar a análise dos conhecimentos docentes e, em decorrência disso, tal temática não foi abordada em sua complexidade; isto é, verificou-se os conhecimentos docentes mobilizados ou não em determinada formação, porém não investigou-se as interações entre estes conhecimentos, empreendidas pelos licenciandos, que permitem a condução de um ensino diferenciado, especialmente àquelas demandadas por um ensino voltado para o desenvolvimento da ACT.

Em virtude da pequena quantidade de trabalhos encontrados na revisão anterior, e dos aspectos epistemológicos e sociológicos da ciência serem focalizados nesta presente intenção de pesquisa, também realizou-se uma

revisão bibliográfica inclinada a perceber a ACT na formação inicial de professores de ciências a partir das discussões acerca da Natureza da Ciência (NdC) que vêm ocorrendo neste contexto. Assim, seguiu-se os mesmos parâmetros da revisão anterior em termos de revistas, qualis, período de publicação e elementos do textos observado nas contemplação dos descritores; estes últimos foram “natureza da ciência” e “formação inicial de professores” e suas respectivas traduções em espanhol e inglês.

Dessa forma, encontrou-se um total de 20 artigos, sendo apenas cinco deles de periódicos brasileiros. No quadro abaixo apresenta-se informações gerais sobre eles:

**Quadro 2** - Informações dos artigos encontrados sobre Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Ciências.

Periódico	Autor	Título	Ano de Publicação
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P.	O conhecimento pedagógico do conteúdo referente ao tema Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Física	2019
	SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P.	Uma proposta para avaliação do desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de futuros professores de Física acerca da temática Natureza da Ciência	2018
	HIDALGO, J. M.; SCHIVANI, M.; SILVA, M. M.	História e Filosofia da Ciência na formação docente: trabalhando com animações digitais	2018
Ciência & Educação	BEJARANO, N. R. R.; ADURIZ-BRAVO, A.	Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso	2019
Investigações em Ensino de Ciências	ALMEIDA, A. V.; FARIAS, C. R. O.	A natureza da ciência na formação de professores: reflexões a partir de um curso de licenciatura em ciências biológicas	2011
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	LOZANO <i>et al.</i>	El desarrollo de una línea metacientífica para la enseñanza del modelo de presión arterial en la formación del profesorado en Biología	2018
	GRECA, I. M.; VILLAGRA, J. A. M.; OJEDA, M. D.	La formación en ciencias de los estudiantes del grado en maestro de Educación Primaria	2017
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	DÍAZ-MORENO <i>et al.</i>	Operaciones y destrezas implicadas en la toma de decisiones sobre una problemática energética, identificadas por maestros en formación inicial	2018
	ESCRIVÀ-COLOMAR, I.; RIVERO-GARCIA, A.	Progresión de las ideas de los futuros maestros sobre la construcción del conocimiento científico a través de mapas generados en una secuencia de actividades	2017
	ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-	Un caso de Historia de la Ciencia para aprender	2016

	CARMONA, A.; ARAGÓN, M. M.	Naturaleza de la Ciencia: Semmelweis y la fiebre puerperal	
	ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA- CARMONA, A.	Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica	2016
Science & Education	FUERTES- PRIETO, M. A. <i>et al.</i>	Pre-service Teachers' False Beliefs in Superstitions and Pseudosciences in Relation to Science and Technology	2020
	COFRE <i>et al.</i>	A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science	2019
	GALILI, I.	Towards a Refined Depiction of Nature of Science	2019
	RUTT, A.; MUMBA, F.	Developing Preservice Teachers' Understanding of and Pedagogical Content Knowledge for History of Science–Integrated Science Instruction	2019
	MELO, E.; BACHTOLD, M.	A Theater-Based Device for Training Teachers on the Nature of Science	2018
	WAN, D.; ZHANG, H.; WEI, B.	Impact of Chinese Culture on Pre-service Science Teachers' Views of the Nature of Science	2018
	JUSTI, R.; MENDONÇA, P. C. C.	Discussion of the Controversy Concerning a Historical Event Among Pre-service Teachers: Contributions to Their Knowledge About Science, Their Argumentative Skills, and Reflections About Their Future Teaching Practices	2016
	GARCÍA- CARMONA, A.; ACEVEDO-DÍAZ, J. A.	Learning About the Nature of Science Using Newspaper Articles with Scientific Content A Study in Initial Primary Teacher Education	2016
BAGDONAS, A.; SILVA, C. C.	Enhancing Teachers' Awareness About Relations Between Science and Religion The Debate Between Steady State and Big Bang Theories	2015	

Fonte: elaborado pela autora.

No levantamento de dissertações e teses na Plataforma Sucupira/CAPES, quando os mesmos descritores foram utilizados sem nenhum tipo de refinamento na busca, foram encontrados 365 trabalhos. Ao restringir a busca por pesquisas realizadas entre 2015 e 2020, pertencentes a programas de Ensino de Ciências e Matemática, e que tinham essa mesma área como área de conhecimento, de concentração e avaliação, encontrou-se quatro dissertações e uma tese. Destas, três dissertações contemplavam o critério de presença dos descritores no título, resumo e/ou palavras-chaves e foram, portanto, selecionadas para a compor o *corpus* da revisão. O quadro abaixo apresenta informações gerais sobre as dissertações:

**Quadro 3** - Informações das dissertações encontradas sobre Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Ciências.

<b>Autor (a)</b>	<b>Título</b>	<b>Ano de Defesa</b>
REIS, N. A.	ABORDAGEM CONTEXTUAL NO ÂMBITO DO PROCESSO FORMATIVO DO PIBID	2017
SANTOS, M. E. M.	CONCEPÇÕES SOBRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE E CONCEPÇÕES DE ENSINAR DE FUTUROS PROFESSORES DE CIÊNCIAS INSERIDOS EM UM PROJETO BASEADO EM ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS	2017
SANTOS, A. O.	CONCEPÇÕES DE PROFESSORES ATUANTES E EM FORMAÇÃO SOBRE HISTÓRIA DA QUÍMICA E A NATUREZA DA CIÊNCIA	2016

**Fonte:** elaborado pela autora.

Como visão geral dos artigos e dissertações analisados, tem-se que as pesquisas compunham três tipos de estudo, quais sejam: (1) Perspectivas da NdC para o currículo de ciências e de formação de professores; (2) Avaliação da compreensão sobre a NdC; e (3) Intervenções formativas em NdC na formação inicial de professores de Ciências. As categorias um e dois compunham apenas um terço das pesquisas, enquanto que quase a metade delas (11) tratavam sobre estratégias de formação de licenciandos. À parte disso, e compondo uma pequena quantidade de trabalhos, existem estudos voltados para avaliação do conhecimento em relação ao ensino sobre NdC dos licenciandos (SILVA; MARTINS, 2019; 2018) e um único trabalho que realizou uma revisão bibliográfica sistemática sobre as características das pesquisas de intervenção na formação inicial de professores (COFRE *et al.*, 2019). Estas últimas categorias de trabalho serão comentadas mais à frente.

As pesquisas sobre as perspectivas da NdC para o currículo de ciências e de formação de professores, bem como aquelas que buscaram avaliar a compreensão de licenciandos sobre aspectos da NdC – dada a devida atenção ao contexto em que foram produzidas -, parecem convergir para uma necessária mudança na imagem de Ciência que vem sendo construída pelos futuros professores de ciências, visto que ela reflete concepções inadequadas do empreendimento científico (FUERTES-PRIETO *et al.*, 2020; GALILI, 2019; ALMEIDA; FARIAS, 2011). Isto perpassa por uma formação inicial que oportunize discussões e intervenções formativas na perspectiva da ACT, em que se realiza uma abordagem da natureza da Ciência para além das suas produções (modelos, teorias, conceitos, etc), e busca-se também sua

socialização no mundo real por meio de reflexões acerca das dimensões epistemológicas, sociológicas, históricas, culturais, econômicas, dentre outras que a circundam (FOUREZ, 1994).

Neste sentido estão as pesquisas da terceira categoria de análise da presente revisão, que promoveram intervenções e investigaram suas implicações para a formação de futuros professores de ciências. Na leitura destes trabalhos, observou-se que eles abordavam alguns aspectos em comuns, os quais foram tomados, portanto, como parâmetros para análise dos estudos, sendo eles: tipo de intervenção; abordagem da intervenção (implícita ou explícita); e projeção da intervenção para o ensino. Assim, eles serão discutidos aqui principalmente com base nesses parâmetros, mas também serão apontados outros aspectos sobre as pesquisas e suas conclusões julgados relevantes.

Para análise do tipo de intervenção, o estudo teórico de Acevedo-Díaz e García-Carmona (2016) será resgatado, porque além de discutir as contribuições da NdC para a educação científica, também apresentou algumas estratégias comuns de intervenção que visavam a integração entre tais dimensões formativas, sendo elas:

- **Ensino da NdC por meio de atividades investigativas**, em que os participantes são conduzidos à reflexão sobre os aspectos epistemológicos da Ciência, como o processo de produção do conhecimento científico, a influência do paradigma e dos procedimentos experimentais utilizados, a diferença entre observação e evidência, dentre outras questões. Neste sentido estão os trabalhos de Greca, Villagra e Ojeda (2017), Escrive e Rivero (2017) e Garcia e Diaz (2016);
- **Ensino da NdC através da análise de casos atuais da sociologia da ciência**, em que conduz-se a reflexões sobre as relações sociais internas dos cientistas, bem como as relações externas que a Ciência estabelece com a sociedade, tecnologia, meio ambiente através de discussões de temas sociocientíficos. Não foram identificados trabalhos do gênero dentre as pesquisas consultadas nesta revisão.
- **Ensino da NdC através de casos da História da Ciência**, em que permite-se identificar o carácter dinâmico e temporal dos conhecimentos

científicos, bem como a influência dos contextos histórico, social, cultural e econômico sobre os mesmos. A maior parte das pesquisas de intervenção selecionadas trabalharam essa estratégia, sendo elas Rutt e Mumba (2019), Hidalgo, Schivani e Silva (2018), Lozano *et al.* (2018), Melo e Bachtold (2018), Reis (2017), Acevedo-Díaz, García-Carmona e Aragón (2016), Justi e Mendonça (2016) e Bagdonas e Silva (2015).

De acordo com a literatura consultada, a abordagem de uma intervenção formativa sobre a Ciência pode se dá de forma implícita, através de proposição de atividades investigativas em que supõe-se que, vivenciando o fazer científico, os participantes – no caso, licenciandos – aprenderiam sobre o que é a Ciência, como ela funciona, seus valores e crenças, suas interrelações com a sociedade e entre cientistas; abordagens do tipo foram realizadas no estudo de Greca, Villagra e Ojeda (2017).

Já as abordagens do tipo explícitas ocorrem através de discussões claras, propositais e abertas sobre os aspectos epistemológicos, sociológicos e históricos da Ciência; uma parte considerável das pesquisas levantadas aplicaram essa abordagem em suas intervenções (RUTT; MUMBA, 2019; HIDALGO; SCHIVANI; SILVA, 2018; LOZANO *et al.*, 2018; MELO; BACHTOLD, 2018; ESCRIVA; RIVERO, 2017; ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA; ARAGÓN, 2016; GARCIA; DIAZ, 2016; JUSTI; MENDONÇA, 2016; BAGDONAS; SILVA, 2015), isto porque este tipo de abordagem se mostra mais eficiente no que tange ao aprendizado sobre a NdC (GALILI, 2019; MELO; BACHTOLD, 2018).

Quanto à projeção para o ensino, observou-se que uma parte considerável dos trabalhos preocupam-se em propor atividades em que os licenciandos elaborem o conhecimento sobre Ciência aprendido em vista ao seu ensino em sala de aula; seja através de pesquisas de recursos que pudessem facilitar essa instrução e planejamento de aula sobre a NdC (RUTT; MUMBA, 2019; REIS, 2017), da elaboração de roteiros pedagógicos (HIDALGO; SCHIVANI; SILVA, 2018) ou de reflexões sobre as contribuições do conhecimento em Ciência para um ensino de ciências mais contextualizado e significativo (JUSTI; MENDONÇA, 2016; BAGDONAS; SILVA, 2015).

Alguns trabalhos, embora não tenham proposto atividades em vistas à discussões sobre a NdC em sala de aula, refletiram sobre a importância da intervenção voltar-se para tal objetivo pedagógico (GRECA; VILLAGRA; OJEDA, 2017; ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA; ARAGÓN, 2016) e apontaram, em conclusão aos estudos, que as futuras pesquisas atentem-se para este aspecto da formação em NdC de futuros professores (MELO; BACHTOLD, 2018; GARCIA; DIAZ, 2016).

Isto posto, resgata-se o trabalho de Acevedo-Díaz e García-Carmona (2016), no qual enfatizam que as propostas de intervenção devem ter o aprendizado sobre a Ciência não como um fim, mas como um meio para uma plena formação, posto que os futuros professores devem também desenvolver a capacidade de organizar essa perspectiva de abordagem da Ciência em uma estrutura pedagógica, para enfim explorá-la eficientemente em suas aulas de ciências. Convergem para esta conclusão muitos dos estudos consultados (RUTT; MUMBA, 2019; HIDALGO; SCHIVANI; SILVA, 2018; MELO; BACHTOLD, 2018; GRECA; VILLAGRA; OJEDA, 2017; ESCRIVA; RIVERO, 2017; REIS, 2017; ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA; ARAGÓN, 2016; JUSTI; MENDONÇA, 2016; BAGDONAS; SILVA, 2015).

Além disso, Acevedo-Díaz e García-Carmona (2016) apresentam a base de conhecimentos docentes, com foco no construto Conhecimento Pedagógico do Conteúdo como um marco teórico adequado para conduzir tais objetivos da formação de professores. Dentre os trabalhos consultados, Rutt e Mumba (2019) e Silva e Martins (2019; 2018) – os mais recentes, vale ressaltar – seguem essas recomendações, trabalhando com uma vertente específica deste conceito focada no conteúdo Natureza da Ciência.

Cofre e colaboradores (2019), que realizaram uma revisão bibliográfica sistemática focando especialmente nas características e resultados das intervenções em NdC na formação inicial de professores que vêm sendo empreendidas, apontaram para as concepções inadequadas sobre Ciência apresentadas pelos mesmos. Os autores explicam:

Se acrescentarmos a este cenário que a NOS [natureza da ciência] ainda está notavelmente ausente da formação de professores de ciências em todo o mundo (por exemplo, Olson et al. 2015; Cofré et al. 2015), é razoável sugerir que os alunos e professores de ciências ainda não entendem as características do conhecimento científico (COFRE et al, 2019, p. 240, livre tradução).

Assim, quando se questiona essa necessidade, recaída ao futuro professor de ciências, de entender bem a Ciência com vistas a um ensino eficiente da mesma, os estudos aqui consultados apontam para contribuições deste aspecto para uma formação na perspectiva da ACT, sendo elas:

- Compreensão ampla da ciência, superando uma abordagem reduzida aos conhecimentos científicos (BEJARANO; ADURIZ-BRAVO, 2019; DÍAZ-MORENO et al, 2018; ALMEIDA; FARIAS, 2011);
- Construção de uma cultura científica adequada (ESCRIVA; RIVERO, 2017);
- Melhoria da motivação, interesse e atitudes em relação à Ciência (RUTT E MUMBA, 2019);
- Melhoria da qualidade da educação científica (LOZANO *et al*, 2018);
- Desenvolvimento de um ensino de ciências mais assertivo através da facilitação da compreensão dos conhecimentos científicos (LOZANO *et al*, 2018) e da sua contextualização (GALILI, 2019; SILVA; MARTINS, 2019);
- Abertura para condução de um ensino de ciências interdisciplinar (SILVA; MARTINS, 2019);
- Contribuição para uma formação cidadã integral, desenvolvendo o pensamento e atuação crítica dos indivíduos como subsídio em vistas à sua participação em problemáticas sociocientíficas (DÍAZ-MORENO *et al*, 2018; JUSTI; MENDONÇA, 2016).

Considera-se necessário, devido às estreitas relações que se estabelece com a presente pesquisa, uma atenção à esta última contribuição. Conforme mencionado anteriormente, uma das estratégias que as pesquisas têm utilizado para desenvolver intervenções formativas sobre a natureza da Ciência com futuros professores da área é a abordagem de questões sociocientíficas, que por sua vez trabalham temas referentes à sociologia interna e externa da Ciência, principalmente.

Porém, na presente revisão, foi encontrado apenas um trabalho que abordou questões sociocientíficas relacionando-as às discussões sobre a NdC, foi de Díaz-Moreno e colaboradores (2018), que buscou avaliar as percepções dos licenciandos sobre as competências e habilidades que estes consideravam

necessárias para a tomada de decisões referente a uma problemática energética, não sendo portanto o foco da pesquisa a realização de uma estratégia de formação com os licenciandos.

Na revisão de Cofre e colaboradores (2019) concluiu-se que a utilização de questões sociocientíficas nas estratégias de formação dos licenciandos foi “um dos poucos elementos identificados como facilitadores da compreensão da NdC” (COFRE et al, 2019, p. 243, tradução livre). Tais resultados da literatura permitem afirmar que a temática sociocientífica representa potenciais para abordar a NdC e, conseqüentemente, desenvolver a ACT dos participantes; porém, desde que bem enfatizados os aspectos da sociologia da Ciência que se busca trabalhar nas intervenções.

Assim, através das questões sociocientíficas tenta-se introduzir nas discussões sobre a ciência, em detrimento de uma abordagem restrita aos seus aspectos epistemológicos, especialmente aqueles de cunho positivista, uma ampla temática que resgata os aspectos sociais, culturais, econômicos, etc com os quais a Ciência interage, regida por normas sociais, valores e poderes. Movimento este que, de acordo com Acevedo-Díaz e García-Carmona (2016), os pesquisadores da área vêm apontando como frutífero de oportunidades para melhorar o engajamento, interesse e compromisso dos estudantes para com a ciência. Deste modo, as pesquisas aqui consultadas apontam que uma formação inicial de professores na perspectiva da ACT pode torná-los aptos à condução de um ensino de ciências mais atrativo, estimulante, contextualizado e interdisciplinar. Assim, a presente intenção de pesquisa se coloca neste contexto para entender em termos específicos, pautados nos conhecimentos docentes, como essa aptidão se desenvolve pelos licenciandos.

Ainda que incipiente em termos de quantidade de trabalhos, ressalta-se uma tendência das pesquisas para utilização do conceito de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, pesquisado por autores como Magnusson, Borko e Krajcik (1999), Abd-El-Khalick e Lederman (2000); Hanuscin, Lee e Akerson (2010), com origem na Base de conhecimentos dos professores, proposta por Shulman (1987; 1986). Entretanto, embora Silva e Martins (2019; 2018) tenham realizado análises iniciais quanto as relações entre os conhecimentos

da base do professor manifestadas pelos licenciandos, o foco dos seus trabalhos não era este, o que limitou um debruçar mais profundo – tal como o que se pretende no presente estudo - sobre os diversos conhecimentos mobilizados para a construção do PCK e as interações que, possivelmente, ocorreram entre os mesmos. Rutt e Mumba (2019) não realizam análises do tipo.

Dentre os instrumentos de recolha mais utilizados nos trabalhos consultados, estão: diário de reflexão dos participantes (RUTT E MUMBA, 2019; SILVA e MARTINS, 2019; JUSTI e MENDONÇA, 2016); entrevista semiestruturada (SANTOS, 2017; SANTOS, 2016) e grupo focal (REIS, 2017; JUSTI e MENDONÇA, 2016).

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 Abordagem e Estratégia de Investigação**

O estudo aqui apresentado caracteriza-se como qualitativo por focar-se na investigação dos significados atribuídos por um conjunto de indivíduos a eventos e objetos, bem como às suas ações e interações dentro de um contexto social, a partir dos quais o pesquisador produz, pessoal e teoricamente, interpretações e conclusões sobre o fenômeno estudado (MOREIRA, 2011; CRESWELL, 2007).

Tais significados, de acordo com Moreira (2011), podem ser de duas naturezas: denotativos, aqueles compartilhados culturalmente, permitindo a comunicação entre os indivíduos de uma determinada cultura; e conotativos, também chamados de idiossincráticos ou pessoais, são aqueles que variam de indivíduo para indivíduo. Acredita-se que essa pormenorização dos significados é útil para o presente estudo, posto que nele realizou-se uma investigação coletiva – feita com e sobre os participantes -, mas se atentará também às atribuições individuais de cada um, tal como será exposto nos próximos tópicos desta seção.

Esta estrutura coletiva, participativa e ativa de captação da informação é característica da pesquisa-ação (PA), em que são empregados vários métodos ou técnicas da pesquisa social, na qual a pesquisa é concebida e empreendida em estreita associação com uma ação – ou resolução de problema -, e na qual

pesquisador e participantes atuam de modo cooperativo (THIOLLENT, 1986). Dessa forma, neste estudo realizou-se o emprego da PA como estratégia de investigação, considerando o alinhamento aos seus pressupostos de conduzir, juntamente com os participantes, uma ação não-trivial e digna de investigações (ibid).

Assim, de acordo com Thiollent (1986), a PA apresenta dois tipos de objetivos: prático - ou objetivo da ação -, que volta-se para a resolução de um determinado problema, considerado central na pesquisa, através do levantamento de ações que irão auxiliar os participantes no equacionamento da problemática; e objetivo de conhecimento – ou objetivo da pesquisa -, que visa “obter informações **que seriam de difícil acesso por meio de outros procedimentos**” (THIOLLENT, 1986, p. 18, grifo nosso) em vistas à produção de conhecimento sobre o fenômeno estudado.

A pesquisa-ação pode apresentar ainda um objetivo instrumental, a partir do qual busca-se “tornar mais evidente aos olhos dos interessados a natureza e a complexidade dos problemas considerados” (THIOLLENT, 1986, p. 18); isto é, volta-se, por meio da participação e reflexão ativa dos participantes nas atividades da pesquisa, ao desenvolvimento da consciência destes acerca da problemática nela levantada. Diante destes três objetivos, Thiollent (1986) coloca que a ênfase pode ser dada a um dos aspectos: resolução de problemas, tomada de consciência ou produção de conhecimento. E adiciona que:

Muitas vezes, a pesquisa-ação só consegue alcançar um ou outro desses três aspectos. Podemos imaginar que, com maior amadurecimento metodológico, a pesquisa-ação, quando bem conduzida poderá vir a alcançá-los simultaneamente (THIOLLENT, 1986, p. 19).

Entende-se que os distintos objetivos da PA estão intrinsecamente relacionados e implicam reciprocamente um sobre o outro (ação  $\leftrightarrow$  conhecimento); e partilha, assim, dos pressupostos epistemológicos da PA comentados por Franco (2005), que tomam a práxis como mediação da construção do conhecimento. Portanto, tais pressupostos foram adotados como norte para os procedimentos e etapas metodológicas realizados no estudo.

Posto isso, e em vistas ao alcance do necessário amadurecimento metodológico comentado por Thiollent (1986), realizou-se uma ação-piloto com

indivíduos com o mesmo perfil dos participantes desta pesquisa – porém, ressalta-se que não serão os participantes da pesquisa de fato - em vistas à uma aproximação à PA enquanto estratégia de investigação, identificando os desafios e potencialidades das atividades diante dos objetivos práticos e de conhecimento – quiçá instrumentais - da pesquisa. Para Thiollent (1986), é importante que tais objetivos tenham suas relações enfatizadas e, muito embora essa relação seja variável, afirma-se que com maior conhecimento a ação é melhor conduzida; sobre as relações entre os objetivos, o tópico “e Participantes e Contexto” tratará mais afundo.

Ademais, considera-se necessário destacar os aspectos que, segundo Thiollent (1986), caracterizam a pesquisa-ação, e que por sua vez, coadunam-se com os do presente estudo:

- **Há uma ampla e explícita interação entre pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada:** essa interação foi facilitada, tal como recomenda Franco (2005), por meio de uma proposta metodológica de carácter dialógico, participativo e flexível – a metodologia Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), mencionada anteriormente e que será melhor comentada no próximo tópico;
- **O objetivo da pesquisa-ação consiste em resolver ou, pelo menos, em esclarecer os problemas da situação observada e a pesquisa não se limita a uma forma de ação (risco de ativismo):** buscou-se com os participantes, a partir da proposta metodológica que facilitou a PA, a produção de respostas à(s) situação-problema definida(s) no início do processo, as quais voltaram-se para questões relativas à práxis dos participantes, isto é, ao ensino de ciências;
- **Há, durante o processo, um acompanhamento das decisões, das ações e de toda a atividade intencional dos atores da situação:** ao longo de todo o processo vivenciado, realizou-se coleta e registro dos dados através de técnicas como observação participante, gravações audiovisuais, questionários e entrevistas, tal como será melhor comentado nas próximas seções.

## 2.2 Participantes e Contexto da Pesquisa

A pesquisa foi realizada com licenciandos do curso de Química da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), matriculados na disciplina Instrumentação para o Ensino de Química. Em decorrência da pandemia por COVID-19, a fase empírica concernente às atividades da PA, bem como a coleta de dados ocorreram integralmente em formato remoto, prezando pela segurança de todos os envolvidos na pesquisa. Os aspectos relacionados à permissão de realização, acesso ao ambiente e recolha de dados da pesquisa aqui proposta serão mencionados na seção “Procedimentos Éticos”.

Em relação às ações da PA, Franco (2005) coloca que há demanda por uma proposta metodológica que seja dialógica, flexível e participativa:

Do ponto de vista metodológico, passa-se fundamentalmente à exigência de procedimentos articuladores da ontologia com a epistemologia da pesquisa-ação. Independentemente das técnicas a serem utilizadas, há que se caminhar para uma metodologia que instaure no grupo uma dinâmica de princípios e práticas, dialógicas, participativas e transformadoras (FRANCO, 2005, p. 490).

É neste sentido que chega-se à metodologia IIR proposta por Fourez e colaboradores (1993) que, como comentado anteriormente, tem por objetivo a elaboração em conjunto com um grupo de indivíduos de uma representação interdisciplinar sobre um problema (ou ferramenta, fenômeno, situação). Em consonância com o objeto de estudo da presente pesquisa, a ACT na formação inicial de professores de Ciências, e com os resultados da revisão bibliográfica realizada, propôs-se uma coletânea de questões sociocientíficas que foram discutidas pelos licenciandos e a partir das quais eles definiram o problema da IIR elaborada.

Por iniciar a partir um problema, a elaboração de uma IIR perpassa pela realização de atividades investigativas, possuindo portanto um caráter não-absoluto e aberto que permite, e na verdade incentiva, que o processo seja conduzido e vivenciado por meio de constantes negociações entre seus participantes (FOUREZ, 1997b).

A proposta apresentada das etapas que compõem a metodologia IIR (Apêndice 1) **foi tomada como um guia**, e não como uma receita a ser seguida à risca, tal como recomendam Fourez e colaboradores (1993), **de modo que assegurou-se a flexibilidade, dialogicidade e participação**

**demandadas pelo processo da PA.** Fourez e colaboradores (1993) ressaltam que algumas etapas podem ser vivenciadas de forma mais profunda que outras, bem como etapas podem ser puladas ou a sequência pode ser reorganizada; ou seja, alterações nessa metodologia podem e devem ser feitas de acordo com o projeto da IIR, o tempo disponível e os detalhes de cada contexto de elaboração.

Sem levar em consideração a interdisciplinaridade que se propõe alcançar através da metodologia, esta é antes de tudo uma Ilha de Racionalidade (IR); ou seja, uma construção teórica, declaradamente vinculada a um contexto e projeto, elaborada por meio da comunicação, debates racionais e tomada de decisões (ibid). O problema, o autor reforça, precisa estar explícito; caso contrário não se estará elaborando uma IR, mas sim um conjunto de conhecimentos padronizados que, embora relacionados, direcionam o processo de ensino-aprendizagem mais para um efeito “de vitrine” do que para o de “transmissão de poder social”, tendo em vista as características de cada abordagem comentadas anteriormente.

É válido ressaltar ainda que, como produto da IIR elaborada, é proposto que os participantes respondam algumas questões, dentre elas:

Como o conhecimento obtido nos ajuda a discutir com mais precisão as decisões a serem tomadas? Como isso nos dá uma representação do nosso mundo e da nossa história que nos permite situar melhor a nós mesmos e uma possibilidade real de nos comunicarmos com os outros? (FOUREZ, MATHY & ENGIEBERT-LECOMTE, p. 132).

Com isso, incita-se a uma reflexão sobre as contribuições que a elaboração da IIR representa para a visão de indivíduo, sociedade e mundo dos participantes do processo, considerando as diferentes dimensões da problemática trabalhada.

Uma IIR pode ser elaborada tendo em vista o alcance de objetivos de diferentes naturezas, tais como objetivos práticos, teóricos ou culturais (FOUREZ, 1997b; FOUREZ, MATHY & ENGIEBERT-LECOMTE, 1993). Assim, em vistas aos objetivos da PA mencionados anteriormente, considerou-se que através das ações facilitadas pela proposta metodológica da IIR, as quais voltaram-se para responder problemas distintos (resolução de problema), os licenciandos poderiam refletir na práxis sobre a ACT enquanto perspectiva epistemológica de formação e de ensino (tomada de consciência).

Tendo esses pressupostos teóricos como fundamento, mediou-se a metodologia IIR na disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química de modo integralmente remoto. Neste ponto, é válido ressaltar que até o momento em que iniciou-se as atividades da metodologia, não havia sido encontrados trabalhos na literatura que dissertassem sobre experiências de mediação da mesma no formato virtual. Portanto, serão sintetizadas aqui algumas considerações acerca desta experiência.

Inicialmente, é importante colocar que, no formato remoto, a dinâmica de atividades da turma dividia-se em atividades síncronas e assíncronas. Nas primeiras, a turma de licenciandos, professor da disciplina e pesquisadora reuniam-se em sala online mediada por ferramentas de videoconferência; já no segundo tipo de atividades, os licenciandos realizavam as propostas de estudo feitas ao longo da metodologia e da disciplina, enquanto comunicavam-se por meio de aplicativos de mensagens e de plataformas virtuais de ensino e aprendizagem.

Assim, a metodologia IIR foi dividida em atividades síncronas, as quais eram feitas no início de cada etapa e eram aproveitadas, principalmente, para realização de diálogos com os licenciandos acerca de suas vivências experimentadas na etapa anterior. Nelas também encaminhava-se, como atividade assíncrona, as ações da etapa posterior da metodologia. A organização da metodologia IIR em formato integralmente remoto, e os detalhes acerca de sua mediação são apresentados no quadro abaixo:

**Quadro 4** - Detalhes acerca da organização e mediação da metodologia IIR em formato remoto.

Etapas da metodologia	Descrição
0 - Definição da situação problema	<p><b>Mediação:</b> Síncrona - Sala de videoconferência e Assíncrona - Fórum em plataforma virtual de ensino.</p> <p><b>Procedimentos:</b> Reuniu-se com cada equipe em uma sala diferente para mediar as discussões acerca da sua questão sociocientífica, de modo a facilitar a elaboração de sua situação-problema<sup>1</sup>. Após a discussão, foi solicitado que as equipes</p>

	<p>postassem em um fórum a problemática levantada e comentasse as das demais equipes.</p>
<p>Etapa 1 – Elaboração de um ‘clichê’ da situação</p>	<p><b>Mediação:</b> Síncrona - Sala de videoconferência e Assíncrona – Elaboração de relatório.</p> <p><b>Procedimentos:</b> Reuniu-se com cada equipe em uma sala diferente para mediar o levantamento das representações dos licenciandos a partir de sua situação-problema inicial. Em seguida, solicitou-se que realizassem uma síntese da discussão empreendida, por meio de um relatório.</p>
<p>2 – Elaboração do panorama espontâneo 3 - Consulta aos especialistas e às especialidades 4 - Ir à campo</p>	<p><b>Mediação:</b> Síncrona - Sala de videoconferência e Assíncrona – Elaboração de relatório.</p> <p><b>Procedimentos:</b> Reuniu-se com toda a turma para uma conversa sobre as etapas anteriores. Em seguida, encaminhou-se as atividades da próxima etapa, a qual foi realizada de forma assíncrona e, seus resultados, adicionados ao relatório da etapa anterior.</p>
<p>5 – Descoberta de princípios disciplinares</p>	<p><b>Mediação:</b> Síncrona - Sala de videoconferência e Assíncrona – Aplicação de questionário.</p> <p><b>Procedimentos:</b> Reuniu-se com toda a turma para uma conversa sobre as etapas anteriores. Em seguida, encaminhou-se um questionário com perguntas de reflexão sobre os aspectos disciplinares (conceitos, teorias, processos, etc) relacionados ao problema.</p>
<p>6 – Esquematização global da representação</p>	<p><b>Mediação:</b> Síncrona - Sala de videoconferência e Assíncrona – Produção da IIR.</p> <p><b>Procedimentos:</b> Reuniu-se com toda a turma para uma conversa sobre as etapas anteriores e encaminhamentos desta etapa. Após o período reservado para elaboração da</p>

	IIR, a qual foi feita de forma assíncrona, reuniu-se novamente com toda turma e cada equipe apresentou sua produção.
7 – Síntese da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade produzida	<p><b>Mediação:</b> Síncrona - Sala de videoconferência e Assíncrona – Produção da IIR.</p> <p><b>Procedimentos:</b> Reuniu-se com toda a turma para uma conversa final sobre toda a vivência dos licenciandos ao longo da metodologia IIR. Em seguida, foi solicitada a elaboração de um plano de aula enquanto síntese da IIR produzida pelas equipes.</p>

**Fonte:** elaborado pela autora.

Por meio do relato de nossa experiência, almejou-se clarear distintas e novas possibilidades de desenvolvimento da metodologia IIR na realidade social que emerge e atravessa as escolas e universidades.

### 2.3 Procedimentos de Coleta de Dados

Interações entre pesquisadora e participantes foram iniciadas juntamente com a abertura da disciplina, portanto antes mesmo de começarem as ações da PA, de modo a ampliar o tempo de contato e aproximação da pesquisadora com o contexto e participantes da pesquisa. Dessa forma, a coleta de dados iniciou com observação participante artificial, na qual o pesquisador se integra ao grupo dos sujeitos observados e aos eventos por eles vivenciados para realizar a investigação (GIL, 2008). De acordo com o autor, fica a critério do pesquisador informar-se enquanto tal, bem como compartilhar os objetivos da pesquisa; em virtude dos pressupostos da PA, tais esclarecimentos foram realizados junto aos participantes.

Para coleta de dados juntos aos participantes foi aplicado o questionário, que consiste em uma técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas aos sujeitos participantes com o objetivo de obter informações referentes aos seus conhecimentos, crenças, valores, sentimentos, perfil, dentre outros aspectos (GIL, 2008). Diferentes questionários foram aplicados, sendo eles:

- **Questionário de Representação do Conteúdo (CoRe, sigla em inglês):** composto por perguntas abertas voltadas para capturar uma visão holística dos conhecimentos docentes trabalhados ao longo das ações da pesquisa, desenvolvido por Loughran *et al.* (2004), apresentado no anexo 1. Ressalta-se que as perguntas que o compõem foram aplicadas em momentos específicos ao longo da atividade formativa, como na etapa de Identificação dos princípios disciplinares, síntese da IIR e elaboração do plano de aula. Os apêndices 2, 3 e 4 apresentam como se deu tal aplicação;
- **Questionário de acesso ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo para questões sociocientíficas de biologia:** desenvolvido por Han-Tosunoglu e Lederman (2020), tem como foco investigar os conhecimentos que compõem o PCK no que tange ao seu desenvolvimento e mobilização para o ensino de questões sociocientíficas (Anexo 2). Embora o questionário esteja voltado para trabalhar com QSC de biologia, adaptações foram feitas para o contexto do projeto, em que foram trabalhadas QSC que abrangem outras áreas do conhecimento na perspectiva da interdisciplinaridade. Assim como as do CoRe, algumas perguntas deste questionário foram distribuídas em momentos específicos da metodologia IIR (Apêndices 2 e 4).

Também foram realizadas com os licenciandos entrevistas semiestruturadas que, de acordo com Pádua (2004), consistem em entrevistas em que o pesquisador, em posse de um roteiro com questões definidas, também abre espaço para que outros aspectos relativos ao objeto de estudo sejam explorados por meio de perguntas espontâneas que emergirão do diálogo. As perguntas que compuseram o roteiro das entrevistas (Apêndice 4) foram adaptações daquelas presentes nos instrumentos citados, conforme descrito anteriormente, e abarcaram aprofundamentos nas percepções, crenças e opiniões dos licenciandos de aspectos relacionados, particularmente, à base de conhecimentos docentes e, de modo mais amplo, à vivência na metodologia IIR. No apêndice 5 apresenta-se as adaptações e aplicações das perguntas nos diferentes instrumentos de coleta de dados utilizados na pesquisa, assim como os conhecimentos docentes a elas relacionados.

## 2.4 Procedimentos de Análise de Dados

A partir dos dados obtidos na observação, questionários e entrevistas, foi realizada triangulação e análise dos mesmos sob a luz da Análise Textual Discursiva (ATD), a qual segundo Souza & Galiuzzi (2016), trata-se de uma metodologia de análise de dados e informações que permite produzir novas compreensões a partir de fenômenos e discursos. Os materiais obtidos através das técnicas de coleta citadas anteriormente foram considerados por esta análise como “produtos que expressam discursos sobre fenômenos e que podem ser lidos, descritos e interpretados, correspondendo a uma multiplicidade de sentidos que a partir deles podem ser construídos” (MORAES, 2003, p. 194), os quais o autor determina de *corpus* da análise (grifo dele).

A análise seguiu o percurso da ATD delimitado por Moraes e Galiuzzi (2016), quais sejam:

- I. **Unitarização:** o *corpus* de análise é separado em unidades de significados, as quais podem ainda dar origem a outras unidades a partir de interlocuções empíricas e teóricas feitas pelo pesquisador;
- II. **Categorização:** reúne-se as unidades com base na semelhança dos seus significados, em que diferentes níveis de categoria de análise, tais como iniciais, intermediárias e finais, podem ser elaborados. De acordo com Moraes (2003), existem dois principais tipos de categorias: categorias *a priori*, originadas por meio do método dedutivo e construídas antes mesmo da etapa anterior de leitura e unitarização do texto, posto que baseiam-se nos pressupostos teóricos da pesquisa em questão; e as categorias emergentes, originadas pelo método indutivo e construídas a partir do material contido no *corpus* da análise e do conhecimento tácito do pesquisador, que confronta as unidades de significado buscando semelhanças entre elas.

- III. **Produção de metatextos:** tais textos irão fazer parte dos textos interpretativos do pesquisador, fornecendo para ele subsídios para produzir novas concepções acerca do objeto de pesquisa.

## **2.5 Procedimentos Éticos**

Visando a mitigação dos riscos concernentes às questões éticas que a presente proposta de pesquisa poderia apresentar, esta foi submetida à avaliação do Conselho de Ética e Pesquisa (CEP) e obteve parecer positivo com número CAAE 46260621.0.0000.5020 (Anexo 3).

Um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), contendo as informações sobre o problema, justificativa, questões norteadoras, objetivo geral e específicos, pressupostos da PA, procedimentos de coleta dos dados, riscos e benefícios da pesquisa, bem como sobre o anonimato das identidades dos participantes, foi apresentado aos licenciandos de modo a torná-los cientes e solicitar sua participação na pesquisa.

A coleta de dados da presente intenção de pesquisa não representou riscos para os aspectos físicos dos participantes, porém quanto aos aspectos emocionais e psicológicos houve riscos mínimos relacionados a possíveis constrangimentos com a gravação das interações no contexto da disciplina, que por sua vez representam perturbações do ambiente natural dos licenciandos, com possibilidades de inibir suas atuações e/ou manifestações. Entretanto, os questionários autoaplicados representam meios de livre expressão dos participantes que puderam suprir tais limitações oriundas das formas de registro de dados. Ainda assim, é válido destacar que o preenchimento dos questionários e participação na entrevista, configuram-se como riscos relativos à tomada de tempo dos participantes e ao cansaço advindo de intensa reflexão sobre as perguntas.

Seguindo as recomendações postas por Creswell (2007), as quais, por sua vez, coadunam-se com os pressupostos epistemológicos da PA, o problema da pesquisa foi definido em vistas ao alcance de um conhecimento que beneficiará os licenciandos, especificamente no que tange à sua formação em ACT com projeções para o ensino por meio da mobilização, interação e

desenvolvimento de conhecimentos docentes, portanto com implicações para sua prática profissional futura.

Como comentado anteriormente, os objetivos de conhecimento da pesquisa articulam-se com os objetivos práticos e instrumentais da estratégia de investigação empreendida, a pesquisa-ação. Neste sentido,

É necessário considerar meios para que haja reciprocidade entre pesquisador e participantes. Em algumas situações de pesquisa, é muito fácil abusar do poder, e os participantes podem ser coagidos a participar de um projeto. Envolver as pessoas colaborativamente no projeto e nas questões de pesquisa antes da coleta de dados, além de buscar ativamente o apoio delas durante todas as fases da pesquisa, pode ajudar a amenizar essa questão (CRESWELL, 2007, p. 79).

Enfatizando a harmonia dos pressupostos da PA com estas questões éticas levantados pelo autor, destaca-se que tal estratégia de investigação promove subsídios para que haja horizontalidade entre pesquisadores e participantes; e indo além, conduz estes últimos a um papel ativo e participativo na pesquisa. Quanto ao envolvimento colaborativo que deve ser construído pelo pesquisador, reforça-se que ele foi realizado por meio da imersão da pesquisadora na turma de licenciandos desde o início das atividades da disciplina – que antecederam a coleta de dados da pesquisa -, tal como exposto anteriormente.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Mobilização da base de conhecimentos docentes a partir da IIR**

A metodologia IIR apresentou duas funções neste estudo, sendo a primeira de mediação da pesquisa-ação enquanto estratégia metodológica, e a segunda de instrumentação para o ensino de química enquanto metodologia de ensino-aprendizagem.

Ambas as funções da metodologia IIR foram planejadas e direcionadas em conjunto para que as atividades pudessem acontecer tendo em vista os objetivos de ação e de conhecimento da pesquisa. De acordo com Thiollent (1986), a pesquisa-ação volta-se para fazer com que os participantes tomem consciência da natureza e complexidade dos problemas que dizem respeito à sua prática. Neste estudo, isso tomou forma logo na primeira etapa da metodologia IIR, em que a pesquisadora propôs aos licenciandos que direcionassem a sua situação-problema ao ensino, isto é, que elaborassem uma questão referente ao currículo, ou à estratégias de ensino, ou avaliação, dentre outros aspectos que circundam a área. Assim, isto foi proposto para que a reflexão dos licenciandos pudesse estar diretamente associada à sua práxis, enquanto futuro professores de química, ao longo de todas as atividades.

Além disso, como cada equipe ficou responsável por discutir uma questão sociocientífica, essa reflexão também foi atrelada aos temas. Para tanto, foram realizadas perguntas de mediação, tais como “Quais reflexões/problemáticas o tema pode levar para o ensino de ciências?” e “O que os instiga a querer saber em relação ao ensino dessa temática em sala de aula?”, para facilitar a problematização dos licenciandos sobre tais aspectos.

A metodologia IIR é composta por oito etapas, conforme apresentado no quadro 5, que podem e devem ser adaptadas conforme o projeto específico e as condições do contexto de aplicação. Nesta pesquisa, a metodologia foi realizada em sete etapas, a partir das quais distintos materiais foram produzidos pelas equipes, os quais somaram-se aos dados obtidos através da observação participante e da entrevista semiestruturada para compor o conjunto de dados analisados. A sequência, descrição de atividades e materiais produzidos em cada uma das etapas são apresentados no quadro abaixo:

**Quadro 5** - Etapas da metodologia IIR, atividades realizadas e materiais produzidos.

<b>Etapa da IIR</b>	<b>Descrição</b>	<b>Material produzido</b>
0 - Definição da situação-problema	Levantamento, negociação e definição do problema a ser trabalhado ao longo das atividades	Fórum
1 – Elaboração de um 'clichê' da situação	Levantamento das representações dos participantes sobre o problema, a serem apresentadas por meio de perguntas	Relatório 1
2 – Elaboração do panorama espontâneo	Listagem dos atores envolvidos, normas e condições impostas pela técnica, jogos de interesse e tensões relacionadas, bifurcações presentes, especialistas e especialidades envolvidos.	Relatório 1
3 – Consulta aos especialistas e às especialidades + Abertura de caixas-pretas	Negociação e definição dos especialistas e especialidades a serem consultados para obtenção de respostas às perguntas levantadas sobre o problema e consulta dos mesmos por meio de entrevistas, troca de <i>e-mails</i> etc. Pesquisa e leituras que contemplem as perguntas e especialidades levantadas sobre o problema	Relatório 2
4 – Ir a campo	Busca empírica de informações, envolvendo experiências próprias e confronto com situações concretas vividas	Relatório 2
5 – Descoberta de	Levantamento dos aspectos	Questionário

princípios disciplinares	disciplinares (conceitos, teorias, processos etc.) relacionados ao problema	
6 – Esquematização global da representação	Elaboração, de forma oral ou escrita, da representação interdisciplinar, por meio de reflexões e cruzamento das diferentes informações obtidas e discussões realizadas ao longo do processo	Produto Final
7 – Síntese da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade	Produção de plano de aula a partir da IIR construída	Plano de aula

**Fonte:** elaborado pela autora.

Conforme descrito no quadro, as etapas foram adaptadas em função da pesquisa, do formato remoto em que a metodologia IIR foi mediada e do tempo. Faz-se importante destacar que algumas etapas proporcionavam subsídios para trabalhar diretamente os conhecimentos docentes, como as etapas 0, 5 e 7, ao passo que outras tiveram um carácter livre, em que os conhecimentos docentes podiam ou não ser abordados. Com isso, direcionou-se para a análise de quais conhecimentos docentes foram mobilizados, quais interações foram promovidas entre eles pelos licenciandos e como esse processo subsidiou os futuros professores de química para um ensino de ciências melhor dialogado com o mundo e com a realidade dos estudantes.

A análise dos dados seguiu as etapas delineadas por Moraes e Galiazzi (2016), em que realizou-se os processos de unitarização, categorização e produção de metatextos. O processo de categorização realizado no estudo constituiu-se como misto, abrangendo métodos dedutivos e indutivos, ambos perpassados pelo intuitivo, conforme a definição de Moraes e Galiazzi (2016), em que foram utilizados como categorias *a priori* os conhecimentos docentes do modelo de Park e Chen (2012), posicionados como sistemas de classificação em que as Unidades de Significado (US) foram encaixadas. Também foram produzidas categorias emergentes referentes tanto às

manifestações empíricas dos conhecimentos docentes – doravante denominadas subcategorias -, quanto a novos componentes dos mesmos. Os resultados da categorização serão apresentados e discutidos nos tópicos a seguir, concomitantemente à produção dos metatextos enquanto conclusões da análise.

Serão analisados os materiais produzidos pelas equipes ao longo das etapas da metodologia IIR e apresentados no quadro 5, os quais foram triangulados visando proporcionar maior credibilidade ao estudo. Vale ressaltar que, em virtude dos dados terem sido produzidos por equipes, considera-se que o consenso alcançado pelos licenciandos após debates e negociações realizadas no decorrer das atividades reflete, em certo ponto, os conhecimentos docentes mobilizados pelos mesmos. Assim, tendo em vista que o intuito do presente estudo não é captar e/ou descrever um PCK finalizado, portanto pessoal e individual, mas sim considerar o processo pelo qual ele começa a ser estruturado levando em conta os conhecimentos docentes mobilizados e integrados no contexto de uma atividade formativa coletiva, os dados fornecidos pelas equipes fornecem o subsídio necessário para análise deste movimento.

Considerando tal diversidade de instrumentos de coleta de dados utilizados, foi construído um sistema de codificação das US, em que se considerou as equipes (Equipe 1 – Fármacos; Equipe 2 – Agrotóxicos; Equipe 3 – Aditivos Alimentares; etc) e os respectivos materiais por elas produzidos (fórum, relatório, questionário, etc). Alguns materiais, como o relatório 1 e o plano de aula, foram codificados de modo mais detalhado em virtude das seções padrões que continham. O quadro abaixo apresenta as legendas utilizadas para a codificação:

**Quadro 6** - Legenda para sistema de codificação das US.

Elemento de Codificação	Detalhamento	Legenda
Equipes	1 - Fármacos	E1
	2 - Agrotóxicos	E2
	3 – Aditivos Alimentares	E3
	4 – Mudanças Climáticas	E4
	5 - Drogas	E5
	6 – Poluição Atmosférica	E6

Fórum	Situação-problema	FSP
	Clichê da situação	R1CL
	Listagem dos atores envolvidos	R1L1
	Listagem das normas e padrões impostos pela técnica	R1L2
	Listagem dos jogos de interesse e das tensões	R1L3
	Listagem de bifurcações	R1L4
Relatório 1	Listagem dos especialistas e especialidades pertinentes	R1L5
	Pergunta 1	QP1
	Pergunta 2	QP2
	Pergunta 3	QP3
	Objetivos	PLO
Questionário	Estratégias	PLE
	Conteúdos	PLC
	Avaliação	PLA
	Seções extras (criadas pelos licenciandos)	PL
	Excerto 1	ES1
Plano de Aula	Excerto 2	ES2
	Excerto 3	ES3
	Entrevista Semiestruturada	

**Fonte:** elaborado pela autora.

Visando a simplificação dos esquemas a serem discutidos ao longo do estudo e, com isso, uma melhor visualização e compreensão dos resultados, também elaborou-se um sistema de codificação para as categorias de conhecimentos docentes, considerando ainda seus componentes. Para elaborar os códigos, considerou-se as iniciais de cada categoria e seus respectivos componentes, a saber:

**Quadro 7** - Legenda para sistema de codificação das categorias de conhecimentos docentes e seus componentes.

Conhecimento Docente	Componente	Legenda
Conhecimento de Currículo	Horizontal	CCH
	Vertical	CCV
	Material	CCM
Orientações para o ensino de ciências	Crenças sobre os objetivos da Aprendizagem em ciências	OCA
	Tomada de Decisão no ensino	OTD
	Crenças sobre a Natureza da ciência	OCN

<u>Conhecimento de Avaliação da aprendizagem em ciências</u>	<u>Dimensões de avaliação da aprendizagem em ciências</u>	CAD
	<u>Métodos de avaliação da aprendizagem em ciências</u>	CAM
<u>Conhecimento das Estratégias instrucionais para o ensino de ciências</u>	<u>Estratégias de Conteúdos específicos</u>	CEC
	<u>Estratégias de Tópicos específicos - Representações</u>	CETRe
	<u>Estratégias de Tópicos específicos - Atividades</u>	CETAAt
	<u>Equívocos</u>	CEE
<u>Conhecimento da compreensão dos Estudantes em ciências</u>	<u>Dificuldades de aprendizagem</u>	CED
	<u>Motivação e interesse</u>	CEM
	<u>Necessidades</u>	CEN

**Fonte:** elaborado pela autora.

Ademais, para ilustrar as subcategorias produzidas, as respectivas US que lhes deram origem serão apresentadas, em que serão indicadas suas codificações para sinalizar de qual instrumento os referidos dados foram obtidos.

### 3.1.1 Categorias *a priori* de conhecimentos docentes e subcategorias

Nesta seção serão apresentados os conhecimentos identificados que encaixaram-se nas categorias *a priori* do modelo de Park e Chen (2012). Como dito anteriormente, as subcategorias foram produzidas tendo como norte teórico a sistematização fornecida por este modelo, portanto assume-se os limites interpretativos adotados no conjunto de dados a serem aqui discutidos a partir do quadro abaixo.

**Quadro 8** - Categorização realizada com base nos conhecimentos docentes do modelo de Park e Chen (2012).

<b>Subcategorias</b>	<b>Conhecimento Docente - Componente (legenda)</b>
Abordagem multidisciplinar	CURRÍCULO – Horizontal (CCH)
Diálogos transdisciplinares	
Abordagem interdisciplinar	
Potencial dos temas à interdisciplinaridade	
Multidimensionalidade dos fenômenos	CURRÍCULO – Vertical (CCV)
(re)Construção Intencional	
Adequação conteúdo-série	

BNCC como norte curricular	CURRÍCULO – Materiais (CCM)
Curadoria	
Desenvolvimento de competências	
Apreensão da realidade	
Conhecimentos atitudinais	ORIENTAÇÃO - Crenças aprendizagem (OCA)
Interdisciplinaridade	
Formação Crítica	
Domínio dos níveis de representação	
Aprendizagem holística	
Ciência estável e isolada	
Ciência dinâmica e aberta	ORIENTAÇÃO - Crenças NdC (OCN)
Ciência decolonial	
Função social da ciência	
Domínio teórico	
Leitura de mundo histórico e real	
Autonomia	AVALIAÇÃO – Dimensões (CAD)
Comunicação	
Domínio	
Atividade gamificada	
Desenvolvimento de pesquisas	AVALIAÇÃO – Métodos (CAM)
Reflexão em grupo	
Metodologia IIR	
Utilização de TDICs	
Problematização	
Ensino dialogado	ESTRATÉGIAS – Conteúdo (CEC)
Chamada à Ação	
Múltiplas possibilidades de abordagem instrucional	
Metodologias Ativas	ESTRATÉGIAS - Tópico (Atividades) (CETAt)
Ensino de química através de temas sociocientíficos	
Abordagem multidimensional de um fenômeno	ESTRATÉGIAS - Tópico (representações) (CETRe)
Transição entre níveis de representação	
Ciência para a ação	
Assimilação de conteúdos abstratos	ESTUDANTES - Dificuldades de aprendizagem (CED)
Aproximação da realidade	
Leitura do mundo histórico e real	
Linguagem de ensino	ESTUDANTES - Motivação e Interesse (CEM)
Acesso a distintas formas de aprendizagem	
Conhecimento dos conteúdos formalizados	ESTUDANTES – Necessidade (CEN)

**Fonte:** elaborado pela autora.

Cada US foi, então, analisada buscando interpretá-la como uma manifestação empírica de um (ou mais) conhecimento docente sistematizado no modelo, cuja análise das relações e posterior agrupamento resultou na construção das subcategorias dos conhecimentos docentes.

### 3.1.1.1 Conhecimento do currículo em ciências

Assim, a começar pelo conhecimento de currículo, especificamente pelo seu componente “currículo horizontal”, percebeu-se que as equipes delinearão muitas maneiras de por em prática o diálogo entre as disciplinas. Tais formas abrangeram uma **abordagem multidisciplinar** sobre determinado tema, como colocado pela equipe 1 na listagem dos especialistas e especialidades envolvidos com a questão sociocientífica Fármacos:

*“Podemos recorrer a outras áreas do conhecimento, como a Biologia, que explicaria de que forma o fármaco age no nosso organismo, poderíamos recorrer também a matemática e falar dos benefícios e malefícios de uma dosagem correta ou incorreta a ser ingerida. Podemos também levantar sobre a história, já que não existem fármacos feitos somente em laboratórios, temos também fármacos naturais, proveniente da cultura ou saberes populares de um povo [...]. Pode-se recorrer também à Língua Portuguesa na leitura e interpretação da bula que vem na caixa dos remédios [...]” (E1R1L5)*

Ou ainda como indicado pela equipe de Aditivos Alimentares “Reações químicas, estrutura molecular e o comportamento no organismo humano, conteúdos que podem ser aplicados em diferentes matérias” (E3Q1P2), em que percebe-se o conhecimento sobre o currículo de outras disciplinas e sobre as contribuições que cada uma pode oferecer em análise a determinado objeto de estudo.

Na US acima (E1R1L5) também nota-se a realização de **diálogos transdisciplinares** acerca do tema, especificamente quando a equipe foca-se sobre a noção de fármacos e como ela pode ser interpretada a partir da perspectiva de outras culturas que não a científica, como a dos povos tradicionais.

Outra manifestação empírica do conhecimento de currículo horizontal foi o direcionamento das discussões para uma **abordagem interdisciplinar**, uma vez que, como será visto no *corpus* apresentado a seguir, os licenciandos atrelaram a abordagem de um tema sobre múltiplas áreas do conhecimento tendo em vista um projeto específico, isto é, objetivando a resolução de um

problema concreto. As US que deram origem à essa subcategoria são apresentadas abaixo:

*“Conteúdo da Aula: Agrotóxicos  
Educação ambiental  
Agrotóxicos no Brasil: Impactos na Saúde e no meio ambiente  
Os agrotóxicos e os danos ambientais” (E2PLC)  
“Quais são os prejuízos que o consumo excessivo dessas substâncias causam? (Saúde)” (E3R1CL2)  
“CONTEÚDO DA AULA  
Efeito estufa  
Chuva ácida  
Camada de ozônio  
Aquecimento global  
Impactos das mudanças climáticas na região amazônica  
Maiores e mais recorrentes cheias e secas na região de Manaus  
Aumento da temperatura na região” (E4PLC)  
“• Como conscientizar os alunos a respeito de que as drogas prejudicam o seu desenvolvimento como cidadão?” (E5R1CL6)  
“Quais as consequências desse tipo de poluição na saúde e ecossistema?” (E6R1CL4)*

Nas US citadas, nota-se a busca por uma representação, por uma resposta específica a ser alcançada por meio do resgate às perspectivas de outras áreas do conhecimento, como o entendimento da problemática dos agrotóxicos no Brasil (E2PLC) ou a conscientização dos estudantes acerca do risco do consumo de drogas (E5R1CL6). De acordo com Fourez, Maingain e Dufour (2002), isso é o que diferencia a interdisciplinaridade dos demais movimentos que mobilizam distintas disciplinas.

A abordagem interdisciplinar volta-se para a resolução de um problema concreto, apoiando-se em diferentes conhecimentos oriundos de distintas áreas. Trata-se, portanto, de um conhecimento docente elementar diante das demandas que recaem sobre a formação de professores de ciências, bem como sobre o EC. Fourez (1997a) e Morin (2018) concordam em afirmar que as abordagens monodisciplinares não são suficientes para munir os indivíduos de um entendimento capaz de ajudá-los a enfrentar os problemas complexos que emergem com o século XXI, e adicionam que os professores devem ser preparados para construir abordagens para além da sua disciplina, que sejam capazes de abordar a complexidade do mundo em suas aulas.

Além de abordar o conteúdo pela ótica da interdisciplinaridade, notou-se que uma das equipes percebeu o **potencial dos temas à interdisciplinaridade**, indicando como eles poderiam facilitar tal abordagem em sala de aula:

*“[...] Então quando a gente fala de Anvisa, a gente fala de normas, a gente fala também sobre medicamentos, a gente fala sobre, é, relatórios técnicos. E tudo isso envolve várias disciplinas dentro do, dentro do nosso ensino, sabe? Eu posso falar sobre história, eu posso falar sobre geografia, eu posso falar sobre química, biologia. Tudo isso vai se interligando, sabe? [...]” (E1ES1)*

*“mesmo em um ambiente escolar devemos introduzir assuntos externos as matérias colegiais, é importante para reforçamos o debate sobre o uso acompanhado dos males e benefícios desses produtos, além disso é um bom tema para trabalharmos a interdisciplinaridade em sala.” (E3R1L3)*

A discussão acima aponta para uma reflexão empreendida pelos licenciandos a partir da qual se desenvolve consciência, ou ainda intencionalidade, para construção de ricas abordagens de um assunto, identificando nele sentidos outros que o tornam mais próximos do mundo concreto.

Reflexões semelhantes dos licenciandos também convergiram para o reconhecimento da **multidimensionalidade dos fenômenos**. Vale ressaltar que o título desta subcategoria tem origem nas discussões que Morin (2011) faz acerca de como o conhecimento deve ser construído para ser pertinente ao cidadão do novo milênio, e de modo que promova uma educação do futuro. Segundo o autor, a educação deve tornar evidente o aspecto multidimensional da realidade, para que as múltiplas dimensões que compõem o homem (biológica, psíquica, social, afetiva, racional) e a sociedade (histórica, econômica, sociológica, religiosa) sejam reconhecidas e contribuam para a construção de um conhecimento pertinente.

Esse reconhecimento se deu, especialmente, a partir da discussão de cada questão sociocientífica considerando distintos aspectos que ultrapassam o âmbito conceitual de um conteúdo e conduzem à reflexão, debate e listagem de distintos elementos, tais como: os atores envolvidos na problemática; as normas, padrões e imposições impostas pela técnica que o tema envolve; os jogos de interesse e tensões; as posturas e atitudes tomadas no cerne do tema; e, por fim, os especialistas e especialidades relacionados a ele. A US abaixo retrata essa discussão:

*“Pelo lado biológico todos temos consciência de que os produtos naturais são muito mais benéficos para o nosso corpo, ainda sim muitas vezes optamos pelos produtos industrializados carregados por conservantes, aromatizantes entre outros, e um dos principais motivos dessa escolha é o custo, que se comparado a frutas e legumes, produtos naturais, os enlatados são mais baratos e práticos. [...]” (E3R1L3)*

Neste sentido, trilha-se um movimento de abordagem do conteúdo que vai do geral para o específico, do concreto para o abstrato, do real para o conceitual. Ressalta-se que a própria metodologia IIR conduz a esse movimento de reconhecimento e levantamento dos aspectos multidimensionais que circundam um assunto, uma vez que as listas mencionadas acima são atividades da etapa de elaboração do panorama espontâneo, e somente na etapa posterior é que se vai em direção da identificação dos princípios disciplinares (conceitos, teorias, modelos, leis, etc) relacionados.

A equipe Drogas também demonstrou ter percebido as distintas expressões do fenômeno em discussão no mundo real, especialmente no que tange aos problemas pelos quais ele se manifesta e assola homem, sociedade, meio ambiente:

*“Sociologia: problemas sociais causados pelo uso de drogas  
Geografia: impactos ambientais da produção de drogas.  
Biologia: efeitos das drogas no organismo.  
Língua Portuguesa: Interpretação de texto, elaboração de textos.  
Química: conhecer as fórmulas estruturais dos compostos, indicar as funções orgânicas.” (E5Q1P1)*

Como mostrado na US acima, os licenciandos associaram cada dimensão à uma disciplina (dimensão social – Sociologia; ambiental – Geografia; biológica – Biologia; e assim por diante). Entende-se que isso demonstra um conhecimento de currículo horizontal que, integrando as perspectivas de distintas ciências, é capaz de construir uma visão multidimensional de um dado objeto de estudo. Essa ação se configura, na visão de Morin (2000), uma das missões do ensino, em que deve-se fornecer uma cultura que permita a distinção de problemas globais e multidimensionais, bem como que conduza a uma certa dedicação a eles por meio do preparo das mentes para responder à sua crescente complexidade.

Esta perspectiva de ensino contrasta com o cenário educacional atual, no qual se é sabido que imperam a fragmentação dos conteúdos, bem como a tratativa de problemas abstratos e desconexos da realidade multidimensional dos estudantes. Para fazer frente à este cenário e assim promover formações que subsidiem os indivíduos a viverem, entenderem e transformarem o mundo do século XXI, cabe ao (futuro) professor de ciências exercer constantemente uma posição reflexiva e crítica sobre o currículo que lhe é posto, promovendo sua **(re)construção intencional** quando considerar necessário. Algumas

equipes demonstraram-se alinhadas a reflexões e intencionalidades do tipo, uma vez que discorreram sobre a importância de promover mudanças desde o currículo dos anos iniciais, visando o desenvolvimento da consciência dos estudantes ao longo de sua formação (E3R1L4; E6R1L4), até o currículo que ainda está por ser construído (E1R1L4):

*“[...] Interligando isso a educação é importante que assuntos de saúde estejam mais presentes durante o período escolar, a começar desde as crianças, para que seja formada uma sociedade ciente e que tenha conhecimento sobre alimentação e saúde.” (E3R1L4)*

*“[...] Incentivar e ensinar os alunos os alunos desde pequeno os malefícios que a poluição atmosférica causa na sociedade como um todo.” (E6R1L4)*

*“Realizando discussões para chegar em novas normas e parâmetros que sejam amplamente difundidos na BNCC nos próximos anos. Leitura e interpretação para a inclusão do tema fármacos na BNCC. Identificar as ferramentas para adequar a temática com a BNCC” (E1R1L4)*

Essa posição ativa do professor frente ao currículo é defendida por Sacristán (2000), que entende o ensino e o currículo como processos de construção social na prática. Para o autor,

*A necessidade de entender o professor necessariamente como um profissional ativo na transferência do currículo tem derivações práticas na definição dos conteúdos para determinados alunos, na seleção dos meios mais adequados para eles, na escolha dos aspectos mais relevantes a serem avaliados neles e em sua participação na determinação das condições do contexto escolar. O professor executor de diretrizes é um professor desprofissionalizado (SACRISTÁN, 2000, p. 169).*

Assim, perceber-se enquanto agente ativo sobre o currículo faz parte dos conhecimentos que constroem a identidade profissional do professor. Deve, portanto, constituir um dos distintos e complexos domínios da base de conhecimentos docentes. Entende-se que isto reforça a subcategoria aqui discutida, em que se coloca a (re)construção intencional como uma manifestação do Conhecimento de Currículo Vertical.

No entanto, em conversa com um dos licenciandos, percebeu-se um certo conflito na compreensão do currículo e do poder de transformação do professor sobre o mesmo:

*“Aqui a dificuldade foi exatamente aqui no conteúdo [...]. Porque tem que levar em conta o currículo, né? O professor ele é meio que... não é tão... é livre... quer dizer, ele não é livre tanto, né? Eu não sei se o currículo ajuda muito. [...] Porque a gente tem que seguir níveis, né? Não pode... É... pegar um conteúdo. A gente tem que... por exemplo, a gente escolhe o terceiro ano. Aí tem que ser só do terceiro ano. Mas tem aluno que já tem capacidade de aprender uma coisa a mais. Opa, do primeiro ano, mas tem aluno que já tem capacidade de aprender algo que já é lá do outro nível de série.” (E3ES1)*

Ainda que tendo discorrido sobre a liberdade docente, o licenciando demonstrou percebê-la limitada pela **adequação conteúdo-série** que sabe que o professor deve realizar, segundo a qual existem conteúdos específicos a serem abordados em séries específicas. Por outro lado, essa fala também retrata a reflexão do licenciando sobre a possibilidade do professor personalizar o assunto com base no que o estudante já traz de conhecimento prévio e capacidade de compreensão, o que lança luz sobre outras formas de (re)construção intencional do currículo que o professor pode e deve realizar no ensino.

Com relação ao conhecimento dos materiais curriculares e, em contraste à discussão anterior acerca da modificação do currículo, observou-se uma busca das equipes por alinhamento às diretrizes curriculares vigentes, particularmente a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que deu origem à subcategoria **BNCC como norte curricular**. A equipe Fármacos, por exemplo, citou a diretriz em distintos momentos, como na situação-problema “Como é feita a inclusão do tema fármacos no contexto de interdisciplinaridade e adequação a BNCC?” (E1F1SP), na elaboração do clichê “Quais competências gerais da BNCC podem ser desenvolvidas a partir da situação-problema?” (E1R1CL2) e na listagem dos jogos de interesse e tensões:

“Realizando discussões para chegar em novas normas e parâmetros que sejam amplamente difundidos na BNCC nos próximos anos. Leitura e interpretação para a inclusão do tema fármacos na BNCC. Identificar as ferramentas para adequar a temática com a BNCC”  
(E1R1L4, grifo nosso),

O trecho grifado ilustra uma tendência da equipe à (re)construção intencional do currículo, particularmente no sentido de inovação, como já discutido anteriormente. A segunda parte do excerto, no entanto, retrata a intenção da equipe em adequar-se à BNCC. Daí infere-se que, pela reflexão e debate realizados ao longo da metodologia IIR, os licenciandos superaram uma tradicional falsa dicotomia que há no EC, conforme discutem Mori e Massi (2021), entre “cobrir o currículo” e “ensinar para a vida”. Assim, entre trabalhar uma coletânea de conteúdos ou discutir questões da realidade do estudante, assume-se que ambas as abordagens de ensino podem ser empreendidas em um só passo, por meio de uma concepção dialética que as tome como complementares e coexistentes.

Outras equipes também pautaram-se nas competências e habilidades indicadas na BNCC para construir seu plano de aula, tal como ilustrado nos excertos abaixo. Vale ressaltar que a equipe Drogas (E5PL) produziu, a partir desse alinhamento curricular, uma parte exclusiva no planejamento, que não constava no modelo enviado para a turma. A equipe Poluição Atmosférica, em seu lugar, colocou como objetivo geral do seu plano de aula, uma competência da diretriz citada.

*"COMPETÊNCIA GERAL (BNCC) COMPETÊNCIA GERAL 2: Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, [...]. COMPETÊNCIA ESPECÍFICA (BNCC) COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, [...]. HABILIDADE (EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, [...]" (E5PL)*  
*"[...] Objetivo geral - Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.[...]" (E6PLO)*

Outra mobilização do Conhecimento de Currículo de Materiais realizado pelos licenciandos ocorreu na forma de **curadoria**, a partir da qual se realiza processos de busca, imersão e seleção de distintos materiais que podem ser utilizados para agregar a abordagem do conteúdo. Em seus planos de aula, tal como pode ser observado nos excertos abaixo, as equipes selecionaram vídeos e livros que verificaram estar em consonância com o assunto a ser trabalhado:

*"Atividade: Apresentação do tema e apresentação do vídeo "AGROTÓXICOS NO BRASIL: IMPACTOS NA SAÚDE E NO MEIO AMBIENTE" como instrumento de reflexão." (E2PLE)*  
*"[...] 3. Após o compartilhamento das opiniões, será apresentado o vídeo: "Camada de Ozônio" com duração de 2 minutos, a fim de ilustrar o funcionamento da camada de ozônio e suas principais características; [...]" (E4PLE)*  
*"[...] Textos que serão trabalhados: 1- REVOLUÇÃO INDUSTRIAL : <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/historia/o-que-foi-revolucao-industrial.htm> 2- MOTOR A VAPOR: <https://www.infoescola.com/termodinamica/motor-a-vapor/> 3- POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E AQUECIMENTO GLOBAL: texto livro Gerson Mol, volume 1, página 107. 4- EUTROFIZAÇÃO : <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/eutrofizacao.htm> 5- EFEITO ESTUFA E AQUECIMENTO GLOBAL: texto livro Gerson Mol, volume 1, página 112.." (E6PLE3)*

Uma licencianda da equipe Drogas comentou que poderiam ser resgatadas notícias que possivelmente os estudantes teriam visto de forma rápida e superficial, para serem aprofundadas em sala de aula visando

promover reflexões acerca dos perigos que circundam o consumo de entorpecentes:

*“[...] Apesar da informação ela ser muito rápida, capaz de alguém ter visto já tal informação, mas não valeria... Mas valeria a pena levar novamente a informação de uma entrevista, de uma reportagem que aconteceu, de uma consequência daquele uso, né, [...] dessa forma assim... tentar evitar que eles usassem. O foco seria é... É... tentar fazer eles pensarem antes, né, de começar a utilizar. Que é... acho que é essa a preocupação” (E5ES3)*

Percebe-se aí uma curadoria de materiais que, para além de enriquecerem a abordagem do conteúdo, sustentam também a atribuição de significados ao mesmo, pois são selecionados de acordo com a vivência e contexto dos estudantes.

Em síntese, os licenciandos mobilizaram conhecimentos docentes de currículo que refletiram certo domínio da grade curricular de outras disciplinas e das contribuições que as demais áreas do conhecimento podem oferecer quando da análise de determinado objeto de estudo. Percebeu-se também uma concepção ativa dos licenciandos frente ao currículo, os quais demonstraram exercer constantemente uma posição reflexiva e crítica sobre as diretrizes formais, ao mesmo tempo que mostraram-se atentos aos novos currículos em vigência.

Além disso, as equipes também construíram abordagens interdisciplinares por meio do resgate de distintas perspectivas para resolução de problemas concretos, demonstrando estarem aptos para abordar a complexidade do mundo em suas aulas, bem como para promoverem ricas abordagens de um assunto, identificando nele sentidos outros que o tornam mais próximos do mundo concreto. Com isso, começa-se a caracterizar intencionalidades dos licenciandos para trabalhar a interdisciplinaridade e contextualização em suas aulas, o que pretende-se investigar a fundo com a análise dos demais conhecimentos mobilizados.

### **3.1.1.2 Orientações para o ensino de ciências**

Dando continuidade à análise das categorias, serão abordados agora as subcategorias que encaixaram-se no conhecimento acerca das Orientações para o ensino de ciências que, por sua vez, engloba os seguintes componentes: Crenças sobre os objetivos da aprendizagem em ciências;

Tomada de decisão no ensino; Crenças sobre a natureza da ciência. De antemão destaca-se que o segundo componente, tomada de decisão no ensino, não obteve manifestação empírica identificada neste estudo. Isto se deve ao fato do conhecimento em questão estar atrelado, conforme colocam Park e Chen (2012), à situações de instrução, cuja vivência não foi possível mediar na atividade formativa devido ao tempo. Ressaltamos, porém, a importância em oportunizar aos licenciandos momentos de execução e reflexão sobre práticas instrucionais, a partir das quais tem-se a oportunidade de concretizar a mobilização e integração dos conhecimentos docentes na forma do PCK em ação.

Todas as equipes demonstraram conceber o **desenvolvimento de competências** como um dos objetivos da aprendizagem em ciências, em que algumas pautaram-se na BNCC para identificar quais competências poderiam e/ou intencionavam desenvolver no ensino (E1R1CL2; E6PLO), outras voltaram-se para desenvolver e analisar aquelas relacionadas ao domínio, autonomia e comunicação dos indivíduos (E3PLA; E4PLA; E6PLA):

*“Quais competências gerais da BNCC podem ser desenvolvidas a partir da situação-problema?” (E1R1CL2)*

*“[...] Dimensão(ões) e/ou conteúdo(s) em avaliação: Os alunos deverão ter domínio do conteúdo, construir afirmações a partir de sites seguros, com informações confiáveis e que mostrem a evolução da aprendizagem do grupo [...]” (E3PLA)*

*“[...] 3. Trabalho em grupo: nesta atividade serão avaliados o comportamento dos alunos como a interação entre os membros, critérios na distribuição de tarefas, argumentação, relacionamento interpessoal; [...]” (E4PLA)*

*“[...] Objetivo geral - Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. [...]” (E6PLO)*

*“Forma(s) de avaliação(ões): Para a avaliação de participação, os alunos que colaboram com ideias, sugestões e com conhecimentos prévios, será atribuído uma nota de acordo com a dimensão do conteúdo e do processo. Nesse quesito, os critérios de avaliação serão o Recordar e Entender. Para a aula experimental, o critério a ser avaliado é o de interação com o grupo, atitudes de iniciativa e de conteúdos procedimentais (manipulação de amostras e técnicas de separação). Nesse quesito, os critérios de avaliação serão o Recordar, Entender, Aplicar e Analisar. [...]” (E6PLA)*

Os licenciandos demonstraram também acreditar que cabe ao ensino de ciências desenvolver nos estudantes conhecimentos que subsidiam a tomada de consciência e tomada de decisão, no que tange tanto ao cotidiano dos

indivíduos quanto à vida em sociedade. A equipe Mudanças Climáticas (E4PLA) por exemplo, planejou atividades a partir das quais os estudantes poderiam refletir e manifestar aspectos de responsabilidade ambiental que teriam alcançado ao longo das aulas.

*[...] 4. Texto dissertativo: nesta avaliação serão avaliados os aspectos de responsabilidade ambiental alcançados pelos alunos, se este aluno adquiriu ou não este conhecimento e como ele pretende aplicá-lo. [...]" (E4PLA)*

A **apreensão da realidade** manifestou-se também como uma orientação dos licenciandos relativas aos objetivos de aprendizagem em ciências, a partir da qual foram construídas discussões, currículos e planejamentos de aula. A identificação de problemas constituiu-se uma das maneiras adotadas pelas equipes para promover a percepção e reflexão dos indivíduos sobre o que os cerca, em que os conteúdos científicos foram utilizados como base para o entendimento das causas e implicações desses problemas, tal como pode ser observado nas US apresentadas abaixo:

*"Objetivo Geral: Conhecer mais sobre o universo dos fármacos utilizando-os para conscientizar sobre os perigos da automedicação, e também a aprendizagem de conceitos básicos de química orgânica" (E1PLO)*

*"Exploração do tema agrotóxicos nas aulas de ciências pode favorecer a compreensão dos alunos com relação aos benefícios e malefícios do uso excessivo de determinadas técnicas de cultivo e no desenvolvimento tecnológico. O aluno teria a oportunidade de adquirir o conhecimento químico conhecendo mais sobre os elementos químicos presentes nos principais defensivos agrícolas, assim como os malefícios relacionados com a saúde causados pela manipulação desses defensivos" (E2R1L4)*

*"Geral: Compreender os fatores naturais e antrópicos envolvidos nas mudanças climáticas e suas consequências no aspecto regional. Específicos: Analisar quais os principais fatores naturais são responsáveis pelas mudanças climáticas; Comparar quais fatores antrópicos são mais determinantes nas mudanças climáticas; Pesquisar os principais conceitos envolvidos nesta temática; Investigar como essa problemática afeta de maneira considerável a nossa região." (E4Q1P3)*

*"Sociologia: problemas sociais causados pelo uso de drogas*

*Geografia: impactos ambientais da produção de drogas.*

*Biologia: efeitos das drogas no organismo.*

*Língua Portuguesa: Interpretação de texto, elaboração de textos.*

*Química: conhecer as fórmulas estruturais dos compostos, indicar as funções orgânicas." (E5Q1P1)*

Como pode ser observado, os licenciandos consideraram problemas emergentes de distintas dimensões da realidade, desde sociais até questões relativas à saúde (individual e coletiva) e crises ambientais. Considerando que essas discussões foram construídas em atenção aos conhecimentos relativos aos fenômenos naturais, entende-se que não houve uma exclusão mútua do

que Fourez (1995) então caracterizou como duas distintas orientações para o ensino de ciências, uma que visa a transmissão de poder social - aquela voltada para reconhecimento e compreensão de problemas reais -, e outra direcionada para um ensino de vitrine – a que foca sobre os conceitos e teorias científicas. Tem-se, portanto, a coexistência de distintas orientações que, embora dicotômicas, são tomadas como complementares pelos licenciandos e com as quais os mesmos delineiam férteis abordagens para suas futuras aulas de ciências.

É relevante colocar que há duas décadas essa concepção dialógica das orientações para o ensino de ciências não era comum, uma vez que abordagens correspondentes às anteriormente discutidas eram tomadas como incompatíveis. Por exemplo, Magnusson, Krajcik e Borko (1999) apresentam estudos que identificaram a coexistência de orientações didáticas e de descoberta em professores de ciências, em que interpretou-se tal achado como uma contradição epistêmica e pedagógica por parte dos docentes.

A mudança de uma percepção restrita para outra que considere a complexidade do mundo, bem como as implicações que essa forma de pensar representa para a educação passa a ser dissertada mais tarde por Morin (2018), quando aborda sobre reforma do pensamento e a reforma da educação, defendendo que a primeira é uma necessidade democrática fundamental porque capacita os cidadãos ao enfrentamento dos problemas de sua época por meio do acesso a um saber que apreenda e interligue as “noções pulverizadas pelo esmagamento disciplinar: o ser humano, a natureza, o cosmo, a realidade” (MORIN, 2018, p. 104). Neste sentido, a subcategoria do conhecimento de orientações para o ensino de ciências aqui discutida contribui, portanto, para reforçar empiricamente as teses do autor acerca da importância de adotar abordagens de ensino voltadas para apreensão da realidade complexa, na qual os aspectos científicos, sociais, ambientais, econômicos, etc, se entrelaçam em vistas ao entendimento de situações reais e concretas do mundo.

Em consonância à essa abordagem de ensino voltada para o desenvolvimento de uma leitura de mundo, as equipes realizaram discussões

sobre a importância de promover reflexões nos estudantes sobre aspectos presentes no seu dia-a-dia (E1ES7) e na vida em sociedade (E3R1L3; E5ES3):

*“Porque quando a gente fala de fármacos, a gente fala também sobre remédios. E querendo ou não, é, assim no ensino médio tem adolescentes que já usam ansiolíticos, é, remédios pra depressão. [...] Então tipo, o aluno ter essa percepção de que o que ele pode estar ingerindo pode ser muito prejudicial pra ele, pra mim, é, pra mim é importante ele ter essa noção de que, de que fármacos são, são medicamentos, mas são medicamentos específicos, sabe? Não dá pra ficar usando e se automedicando assim por aí.” (E1ES7)*

*“[...] mesmo em um ambiente escolar devemos introduzir assuntos externos as matérias colegiais, é importante para reforçamos o debate sobre o uso acompanhado dos males e benefícios desses produtos [produtos industrializados], além disso é um bom tema para trabalharmos a interdisciplinaridade em sala.” (E3R1L3)*

*“E podia também ver, é... trabalharia algo para mostrar pra eles como é a sociedade. Como é, como é o comportamento em relação a... até mesmo como leis [...]. Tentaria levar o que, que... o que acontece também na nossa cidade, levaria para a sala de aula. Apesar da informação ela ser muito rápida, capaz de alguém ter visto já tal informação, mas não valeria... Mas valeria a pena levar novamente a informação de uma entrevista, de uma reportagem que aconteceu, de uma consequência daquele uso. [...] Tentar evitar que eles usassem. O foco seria, é... É... tentar fazer eles pensarem antes, né, de começar a utilizar, que é... acho que essa é preocupação que a gente tentou trabalhar” (E5ES3)*

Deste modo, ao produzirem debates que orientam o ensino de ciências para o desenvolvimento de uma leitura do mundo histórico e real, entende-se que os licenciandos demonstram-se alinhados aos pressupostos da ACT discutidos por Fourez (1997; 1994), tendo esta como uma epistemologia norteadora das decisões acerca dos objetivos, estratégias e currículo a serem implementados, dentre outros elementos envolvidos no ensino.

Ainda tratando da apreensão da realidade enquanto objetivo de aprendizagem em ciências, logo também entendida como uma orientação para o ensino, as equipes dissertaram sobre a finalidade de tal abordagem. Como ilustrado nos excertos abaixo, os licenciandos têm como fim promover entendimento sobre a aplicabilidade da ciência no mundo e na realidade, cuja prática seria formulada pelos próprios estudantes a partir do desenvolvimento de compreensões mais aprofundadas dos conteúdos científicos:

*“Eu acho que... O que caracteriza o ensino de ciências eficaz seria essa questão de fazer com que, é... apresentar um tema para o aluno e fazer com que o aluno relacione esse tema com alguma questão da vida, que não seja só um assunto que ‘ah, aprendi na escola e abandonei depois’. Seja uma coisa que ele consiga reconhecer no dia a dia dele.” (E2ES3)*

*“Identificar quais as substâncias presentes nos produtos industrializados e da discussão do tema, obter uma solução de qual é melhor forma ou caminho para termos esse cuidado com a saúde,*

*como melhorar a alimentação no nosso dia a dia, e produzir uma crítica final, que servirá como forma de conscientização, será o feedback para avaliar como está o desempenho, desenvolvimento, e a construção do conhecimento dos alunos.” (E3PLO)*

*“Bom para mim como professora professora né acho que é bem relevante importante.E Eu Acredito que a maior importância do trabalho é trazer uma.Como?Aplicação real não só discussão teórica.Das disciplinas das teorias mais aplicada vocês volume de ano dele fazer uma importância.Algo que ele ele saiba que aqui na real.Só uma teoria uma lei algo distante né seja na química biologia área.Mais uma dica habilidade” (E4ES1) REVISAR*

Entende-se que vai-se configurando aí uma mudança paradigmática no ensino de ciências muito debatida por Cachapuz *et al.* (2011), em que se abandona uma abordagem episódica e factual do conhecimento científico em direção ao entendimento da complexidade envolvida na sua construção.

Observou-se também, a partir das reflexões dos licenciandos, a crença de que os **conhecimentos atitudinais** também devem ser tomados como objetivos da aprendizagem em ciências, uma vez que eles discorreram, como mostrado nos excertos abaixo, sobre a importância de os estudantes desenvolverem pensamento crítico em relação a diferentes aspectos, como alimentação (E3R1L3) e meio ambiente (E4R1CL6).

*“[...] podemos listar diversos pontos positivos que contribuiriam para o conhecimento dos alunos, o grande consumo de aditivos se fortalece o tempo todo, junto com isso a saúde se torna um assunto primordial, mesmo em um ambiente escolar devemos introduzir assuntos externos as matérias colegiais, é importante para reforçamos o debate sobre o uso acompanhado dos males e benefícios desses produtos, [...]” (E3R1L3)*

*“Além da, do próprio aprendizado dos conteúdos, acredito que a parte da... do desenvolvimento da crítica no aluno, fazer pensar, né. Ele desenvolver esse pensamento crítico também bastante importante. Ele ter a consciência, nesse caso específico do nosso trabalho, ele ter a consciência de que ele faz parte desse processo de, das mudanças antropológicas. Das mudanças não, das ações do homem, né, como ele, ele faz parte desse processo de, de mudança climática eu acho que isso também é bastante importante porque, é, tira a química, no nosso caso como eu já falei, da questão teórica e faz com que ele tenha pensamento crítico com relação as ações que ele vai tomar. Aí não somente ele, com aquilo, com aquele aprendizado, ele vai conversar com os amigos e familiares e ali desenvolver, né, esse pensar, esse bom pensamento né, de preservação, de cuidado com meio ambiente. Além de, de como eu já falei [...] na pergunta anterior, trazer essa, essa questão real, esta aplicabilidade” (E4R1CL6)*

Outra maneira pela qual os estudantes poderiam construir conhecimentos atitudinais, conforme apontam as discussões e materiais produzidos pelos licenciandos, seria através da atuação em sociedade. A equipe Agrotóxicos, por exemplo, colocou como objetivo de aprendizagem

*“Relacionar fundamentos teóricos aos fenômenos do cotidiano e aplicá-los para a elaboração de propostas de intervenção na sua realidade social” e “Apontar soluções para os problemas causados pelo uso dos agrotóxicos” (E2PLO), a partir do que infere-se uma orientação para o ensino focada não somente na assimilação de conceitos, mas também na sua utilização para a resolução de problemas concretos. Essa aprendizagem entra em consonância com os pressupostos da ACT dissertados por Fourez (1997; 1994), especificamente no que tange aos seus objetivos centrais de autonomia, comunicação e domínio.*

Essa mesma orientação também foi demonstrada por outras equipes, como indicam as US abaixo:

*“Como podemos trabalhar o tema para a conscientização / desenvolvimento de responsabilidade? [...]” (E4R1CL6)*

*“Levando em consideração a necessidade de políticas educacionais efetivas para o combate ao uso de drogas na adolescência, a escola apresenta-se como uma instituição importante para o fomento de estratégias metodológicas em que o assunto seja abordado em uma linguagem acessível aos jovens, podendo assim, contribuir na formação dos jovens como cidadão que se integre a sociedade, lutando por suas causas sociais sendo voz na sua comunidade e meio em que vive. [...]” (E5F1SP, grifo nosso)*

Com isso, entende-se que a integração entre ciência e sociedade é tomada como um movimento fundamental na perspectiva de ensino e aprendizagem dos licenciandos, a partir da qual os mesmos visam a articulação entre fatos e valores para o enfrentamento do mundo e da vida em sociedade. Para Morin (2000), isso se configura como uma concepção mais enriquecida e transformada da ciência, na qual se estabelece comunicação entre objeto e sujeito, entre antropossociologia e ciências naturais.

No tocante à articulação das ciências, as equipes convergiram reflexões que delinearam uma orientação voltada para a **interdisciplinaridade**. Reconhecendo o potencial das questões sociocientíficas em demandar conhecimentos de diferentes disciplinas, as equipes dissertaram sobre como poderiam usar esse aspecto no ensino:

*“[...] Então quando a gente fala de Anvisa, a gente fala de normas, a gente fala também sobre medicamentos, a gente fala sobre, é, relatórios técnicos. E tudo isso envolve várias disciplinas dentro do, dentro do nosso ensino, sabe? Eu posso falar sobre história, eu posso falar sobre geografia, eu posso falar sobre química, biologia. Tudo isso vai se interligando, sabe? [...]” (E1ES1)*

*“trabalhar com a temática da saúde propriamente dita, nos traz mais oportunidades de aliar a temática e o ensino dela em diferentes matérias como química, biologia, educação física” (E3Q1P1)*

Milaré (2020), que também investigou as implicações da vivência da metodologia IIR para formação de professores de química, percebeu uma limitação no reconhecimento dos licenciandos das articulações com outras disciplinas que poderiam ser feitas no cerne da problemática que estava sendo trabalhada. A autora comenta que poderiam ser demandados conhecimentos de Matemática, Economia, Sociologia, dentre outros, mas que a turma restringiu o diálogo entre Química e Biologia para, em tese, não afastar-se de sua área de estudo. Em contraste com esse resultado, percebe-se que o reconhecimento da interdisciplinaridade partiu dos próprios licenciandos participantes da pesquisa, o que constrói indícios sobre uma forte contribuição dos momentos de reflexão e debate mediados pelo presente estudo para a formação dos licenciandos em vistas a um ensino de química mais articulado com outras áreas do conhecimento.

Observou-se também o desenvolvimento de orientações para prática interdisciplinar por meio do planejamento da IIR enquanto estratégia de ensino. Como apresentado abaixo, a equipe Drogas planejou aplicar as etapas e atividades da metodologia IIR em sala de aula, demonstrando que consideram a interdisciplinaridade um aspecto ensinável:

*"[...] Momento 1: O aluno deverá fazer um levantamento dos aspectos disciplinares conceitos, teorias e processos que se relacionam com o problema [...]" (E5PLE)*

Fourez (1997) dissertou sobre a importância dos professores em formação ressignificarem o que consideram possível de ser ensinado em sala de aula, de modo que possam considerar também um currículo e objetivos de aprendizagem que contribuam para o adequado entendimento e enfrentamento do mundo real.

As equipes também demonstraram a crença de que o ensino de ciências deve ofertar uma **formação crítica** aos estudantes, de modo a ajudá-los a perceber e analisar o que acontece no mundo, bem como a tomar decisões do dia-a-dia e da vida em sociedade. A US abaixo ilustra bem esse conhecimento de orientação de ensino manifestado pelos licenciandos:

*"É, eu acho que é importante para eles porque é... Seria uma forma de ajuda-los a se tornarem, é, até pessoas mais críticas em relação a alguns aspectos da vida mesmo. Então eu acho que seria muito importante pra, pra formação de pessoas mais críticas, é... terem mais autonomia. Por exemplo, 'ah, você' em alguma situação, 'ah, você não pode comer isso porque isso vai lhe causar doenças e tudo'*

*e caso ele tenha esse conhecimento ele vai, é... ser mais autônomo e 'ah, não, eu sei, eu... eu tenho um certo conhecimento técnico sobre essa questão e então eu posso fazer a minha própria escolha."*  
(E2ES2)

A criticidade dos estudantes é considerada, dessa forma, um aspecto importante para ser desenvolvido. Percebe-se aí o alinhamento das concepções dos licenciandos com os pressupostos da ACT, uma vez que ambos convergem para a criação de oportunidades aos estudantes de, a partir da aprendizagem dos assuntos científicos, serem mais autônomos. As demais equipes também promoveram discussões nesse sentido, em que colocaram sobre a importância de promover uma formação que auxilie os estudantes a fazer uso e aplicação do conhecimento:

*"Porque quando a gente fala de fármacos, a gente fala também sobre remédios. E querendo ou não, é, assim no ensino médio tem adolescentes que já usam ansiolíticos, é, remédios pra depressão. Então quando a gente fala sobre fármacos, a gente fala sobre isso, entendeu? De como, dos perigos da automedicação, dos perigos de eles ingerirem medicamentos em excesso, perigos de... deles ingerirem medicamentos que não são eficazes, entendeu? Que só vai, querendo ou não, vira meio que um vício, sabe? E querendo ou não, esses medicamentos, essas fórmulas que são usadas pra sintetização são meio que drogas, né. Então tipo, o aluno ter essa percepção de que o que ele pode estar ingerindo pode ser muito prejudicial pra ele, pra mim, é, pra mim é importante ele ter essa noção de que, de que fármacos são, são medicamentos, mas são medicamentos específicos, sabe? Não dá pra ficar usando e se automedicando assim por aí."* (E1ES7, grifo nosso)

*"Identificar quais as substâncias presentes nos produtos industrializados e da discussão do tema, obter uma solução de qual é melhor forma ou caminho para termos esse cuidado com a saúde, como melhorar a alimentação no nosso dia a dia, e produzir uma crítica final, que servirá como forma de conscientização, será o feedback para avaliar como está o desempenho, desenvolvimento, e a construção do conhecimento dos alunos."* (E3PLO)

*"Objetivo geral: - Compreender melhor o problema do uso de drogas no ambiente escolar, estimulando a conscientização dos estudantes sobre os riscos da dependência química, apontando estratégias de prevenção para evitar o consumo, influenciando de forma positiva o não uso das drogas, entendendo a relação da química com a temática."* (E5PLO)

Como observado acima, as equipes Fármacos e Drogas trabalharam temáticas próximas e, com isso, convergiram reflexões (E1ES7; E5PLO) que demonstram a crença de que o ensino de ciências também deve estar atento à exposição que os jovens têm ao consumo de substâncias químicas que causam danos a eles – seja de saúde, social, cognitivo, dentre outras dimensões. Assim, observou-se que os licenciandos inclinam-se à uma formação que capacite os estudantes para perceber criticamente tal exposição e assim tomar decisões conscientes. Também trabalhando um tema com

discussões próximas acerca do consumo de substâncias, a equipe Aditivos Alimentares mostrou-se inclinada a trabalhar a percepção dos estudantes e, conseqüentemente, sua reflexão quanto às escolhas referentes à alimentação; ainda, a equipe planejou uma atividade em que os estudantes teriam a oportunidade de compartilhar tal conhecimento com outras pessoas, em forma de conscientização (E3PLO).

De acordo com Pauletti, Rosa e Catelli (2014), é consenso na literatura sobre ensino de química que existem três níveis de representação do conhecimento químico, quais sejam: o macroscópico, o microscópico e o simbólico. Tecendo uma revisão sobre os estudos da área, as autoras destacam como é salutar que o ensino cubra os três níveis para que a aprendizagem ocorra efetivamente, e ressaltam que estudos vêm apontando haver uma lacuna nesse aspecto do ensino de química, uma vez que não se têm feito uma conexão e exploração dos níveis de representação. Em contraste com essa indicação dos estudos, os licenciandos demonstraram ser conscientes da importância de promover o **domínio dos níveis de representação** com vistas a um entendimento básico da disciplina e a realização de discussões ampliadas que, embora mais diretamente relacionadas ao mundo e situações concretas, não deixam de perpassar, pautar ou partir do conhecimento químico. As US abaixo ilustram esse ponto:

*“Então a gente começou fazendo uma revisão de funções orgânicas, que eu acho que eles devem aprender isso. Eu acho que é importante. Não adianta a gente falar sobre fármacos, não adianta a gente falar sobre medicamentos, se eles não tem domínio e não tem pelo menos uma ideia do que é uma função orgânica, uma ideia do que é uma estrutura de carbono, uma ideia do que é, do que são grupos funcionais. Porque não adianta, a gente ia falar, falar, falar, eles iam olhar pra nossa, iam com uma cara de ‘Quê?!’, entendeu? Então acho que, então nossa primeira aula foi fazer essa revisão das funções orgânicas. Claro que de uma forma mais, mais contextualizada, já colocando as ideias dos fármacos, [...]” (E1ES4, grifo nosso)*

*“Identificar a função dos radicais livres para o organismo, como se caracteriza essas moléculas; [...] Compreender porque essas substâncias conhecidas como aditivos alimentares prejudicam a saúde, quando consumida em excesso; Questionar de forma reflexiva o consumo excessivo dos aditivos, no contexto social; [...]” (E3PLO)*  
*“[...] 2. Solicitar 2 ou 3 grupos que façam uma pesquisa sobre Chuva Ácida; 3. Solicitar que os grupos restantes façam uma pesquisa sobre Efeito Estufa; 4. Ambas as pesquisas serão recebidas como atividades avaliativas. Cada equipe irá realizar suas pesquisas com os objetivos de descrever o funcionamento de cada item, as ações humanas que potencializam cada um deles e como a sociedade*

*como um todo pode contribuir para diminuir as consequências negativas envolvidas neste processo. [...]” (E4PLE)*

Como observado, as equipes visavam trabalhar o conhecimento químico relativo à sua questão sociocientífica, bem como os debates que dela emergem, garantindo um equilíbrio na abordagem e conexões efetivas entre os diferentes níveis de representação. Acerca disso, uma licencianda produziu a seguinte reflexão:

*“Que eles pudessem compreender sobre os diversos níveis da, da química, né, que... os 3 na verdade, que é o macroscópico, o microscópico, simbólico. Porque é bem difícil trabalhar química e fazer com que o aluno ele compreenda esses 3 níveis. [...] Porque a química ela é muito abstrata. Se o estudante ele não desenvolve isso, até gente na faculdade a gente tem essa dificuldade. Porque a escola, o ensino médio ele é muito simplista. Aí quando a gente vai para a faculdade, a gente se depara com termos científico ali, a gente, a gente era muito bom na matéria de química na escola no ensino médio, né, aí a gente vai pra faculdade aí eles usam uns termos científicos... Eu acho que eles deviam variar, né, de simplista pra termos científicos bem mais avançados [...]. Muitas vezes a escola é muito simplista, ela não usa termos científicos, entendeu? Até porque o aluno é difícil de compreender essa parte básica de maneira simples, imagine se a gente usar termo científico né [...]. Mas eu acho que eu não seria tão simplista, eu seria os dois” (E3ES2)*

Entende-se daí que estabelece-se uma coexistência senão de múltiplas orientações para o ensino de ciências - posto que fala-se sobre uso de distintas estratégias de ensino do conteúdo de química desde uma “simplista” até aquela que foca-se sobre os termos científicos da área -, mas de uma que sustenta a abordagem dos três níveis de representação, cujos pressupostos epistemológicos e pedagógicos, delineados pelos licenciandos, tem-se interpretado com a subcategoria em questão.

As equipes pensaram em formas de por em prática a abordagem integral e integrada de todos os níveis de representação, como por exemplo pela leitura de bulas de remédios (E1PLE), análise da composição de alimentos (E3ES8) e pela percepção de odores de perfumes (E6PLE1)

*“1- Depois da atividade, iremos apresentar qual grupo respondeu melhor as alternativas e antes de finalizar as aulas, deixarei uma pergunta falando sobre: “O QUE SÃO FÁRMACOS” e pedirei para trazerem bulas de remédio [...], principalmente na parte composição, quais eles conhecem, e tentarem responder a pergunta que ficou no quadro 2- Logo depois, explicarei através de uma apresentação simples sobre o que são fármacos, quais são os mais utilizados e os efeitos na melhora das mais variadas doenças 3- E antes de finalizar esse momento, perguntarei deles qual o papel do nosso conteúdo apresentado nesse assunto” (E1PLE)*

*“Acredito pedindo para cada um trazer, para cada um trazer algum alimento. Para poder a gente ler a embalagem lá atrás, entendeu? Para eles aprenderem como é que se lê. Na taberna quando eles*

*foram comprar, onde se encontra, aí anotar quais são as substâncias, que possui que são aditivos alimentares” (E3ES8)*  
*“AULA 1 Momento 1: Deixar alguns frascos de perfumes abertos, pelos cantos da sala, fazer questionamento, buscar extrair a melhores hipóteses dos grupos. Fazer com que os alunos tenham uma interação e participem. Falar sobre odor, utilizando o texto introdutório na página 153 e 154, no livro química das sensações de Carolina - Retonto e Pedro Faria. No fim, apresentação sobre as próximas aulas e finalidade do estudo.” (E6PLE1)*

Destaca-se a discussão ampliada promovida por algumas equipes (E1PLE; E3ES8) a partir do conhecimento químico trabalhado, em que os licenciandos pensaram formas de não somente conectar os níveis de representação, mas de fazer uso deles e do seu correto entendimento para a tomada de decisões cotidianas que podem parecer simples, como é o caso da escolha do que comer, mas que constituem férteis substratos para exploração de conteúdos científicos e reflexão sobre outras dimensões relacionadas, como questões sobre saúde.

Para finalizar a abordagem acerca das crenças sobre os objetivos de aprendizagem em ciências manifestadas pelos licenciandos, serão discutidos aqui alguns trechos retirados particularmente da sessão de objetivos do plano de aula elaborado pelas equipes. Faz-se relevante ressaltar que, para o conhecimento que aqui está sendo dissertado – orientações para o ensino de ciências -, esta sessão de um plano de aula disponibiliza muitos indícios das inclinações e crenças que possuem os professores, ou futuros professores de química, no caso do presente estudo. Pesquisas recentes (MAHVUNGA, 2020; SILVA, 2018; DEMIRDOGEN, 2016) têm utilizado o plano de aula como instrumento de coleta de dados para acesso aos conhecimentos docentes dos professores e, particularmente, para análise das orientações que eles possuem ao ensino.

Dito isso, no plano de aula de muitas equipes observou-se a referência aos três tipos de conhecimentos discutidos por Zabala (1998) – conceituais, procedimentais e atitudinais -, em que percebeu-se a transferência feita pelos licenciandos das características dos conhecimentos para diferentes objetivos de ensino-aprendizagem. Por exemplo, a equipe Fármacos (E1PLO) e Aditivos Alimentares (E3PLO) são claras ao postular como meta tanto a aprendizagem de conceitos quanto o desenvolvimento de atitudes por parte dos estudantes. A equipe Poluição Atmosférica, por sua vez, além de trabalhar estes dois

objetivos de aprendizagem, conceitual e atitudinal, também visou promover aprendizagem no aspecto procedimental, particularmente no que tange à atividades de experimentação e simulação (E6PLO):

*“Objetivo Geral: Conhecer mais sobre o universo dos fármacos utilizando-os para conscientizar sobre os perigos da automedicação, e também a aprendizagem de conceitos básicos de química orgânica” (E1PLO)*

*“[...] Fazer com que aluno, obtenha conhecimento das substâncias antioxidantes, sua funções, finalidades para o organismo, suas propriedades e características;*

*Fazer com que o mesmo tenha conhecimento a respeito de quais são as substâncias que são caracterizadas como aditivos alimentares;*

*Compreender porque essas substâncias conhecidas como aditivos alimentares prejudicam a saúde, quando consumida em excesso;*

*Questionar de forma reflexiva o consumo excessivo dos aditivos, no contexto social; [...]” (E3PLO)*

*“[...] Saber entender e relacionar o funcionamento dos gases por meio da experimentação, simulação, aplicação por fórmulas e com o seu cotidiano.” (E6PLO)*

Por outro lado, a equipe Mudanças Climáticas manteve o entendimento dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais, mas também os colocaram como objetivo de ensino, a partir do qual planejaram desenvolver estes três tipos de conhecimento em sua aula:

*“[...] Identificar os fatores ambientais e antrópicos envolvidos no processo; Apontar caminhos que possibilitem a mudança de comportamentos prejudiciais a natureza; Desenvolver os conhecimentos conceituais, atitudinais e procedimentais.” (E4PLO)*

No modelo da base de conhecimentos docentes de Park e Chen (2012), outro componente que constitui as orientações para o ensino de ciências consiste nas crenças acerca da Natureza da Ciência. A respeito deste conhecimento docente específico, serão discutidas inicialmente duas subcategorias que configuram compreensões dicotômicas, manifestadas pelas equipes, sobre a NdC. Uma delas reflete uma **ciência estável e isolada**, tomada como um conhecimento que tem como objeto de estudo fenômenos e processos específicos (E5R1CL4), cuja assimilação torna-se difícil devido ao nível de abstração envolvida (E3ES2). As US abaixo ilustram essa compreensão dos licenciandos acerca da NdC:

*“Quais as possibilidades de abordagem do tema drogas por meio da Química como ciência que estuda a matéria e suas transformações?” (E5R1CL4)*

*“Que eles pudessem compreender sobre os diversos níveis da, da química, né, que... os 3 na verdade, que é o macroscópico, o microscópico, simbólico. Porque é bem difícil trabalhar química e fazer com que o aluno ele compreenda esses 3 níveis. [...] Porque a química ela é muito abstrata. [...]” (E3ES2)*

No entanto, embora pareça entender a química como uma ciência que reduz-se ao estudo da matéria (E5R1CL4), e portanto não relacionada a outras questões mais concretas do mundo, a equipe Drogas colocou tal entendimento como parte de uma reflexão na qual os licenciandos questionaram sobre as possibilidades de integrar tal conhecimento às discussões acerca do tema que, em seu lugar, reflete diretamente problemas que assolam a sociedade. Logo, infere-se que a reflexão empreendida neste momento poderá ter contribuído para um aprimoramento da compreensão da química não mais como uma ciência isolada, a partir da qual os licenciandos podem estabelecer discussões mais aprofundadas e significativas em aula.

Tal contribuição mostra-se efetivada quando analisa-se o plano de aula desta mesma equipe, no qual eles colocaram como objetivo geral, como pode ser observado abaixo, a compreensão da relação da química com as drogas por meio do estudo das consequências do consumo para o organismo, indivíduo e sociedade:

*“Compreender melhor o problema do uso de drogas no ambiente escolar, estimulando a conscientização dos estudantes sobre os riscos da dependência química, apontando estratégias de prevenção para evitar o consumo, influenciando de forma positiva o não uso das drogas, entendendo a relação da química com a temática.” (E5PLO)*

Por outro lado, também observou-se a compreensão de uma **ciência dinâmica e aberta** por parte dos licenciandos, particularmente da equipe Fármacos, em que eles demonstraram entender que é possível encontrar relações entre conceitos específicos da química e discussões mais abrangentes como as que circundam o tema. Os licenciandos desta equipe perguntaram-se *“Quais princípios disciplinares podem estar relacionados com o tema Fármacos?”* (E1R1CL1) e colocaram que *“Podemos definir como atores também a sociedade em geral, já que o tema fármacos está inserido em diversos aspectos da sociedade.”* (E1R1L1), o que entende-se que se configura uma concepção epistemológica aberta, na qual a ciência não restringe-se aos objetos de estudo abstratos, mas a partir da qual novas conexões com atores e aspectos concretos da sociedade podem ser construídas pelo (futuro) professor.

Relacionada a essa concepção, a **ciência decolonial** surge como uma crença dos licenciandos sobre a existência de outras formas de conhecimento existentes além daquela empreendida pela comunidade científica. Tal

discussão foi feita pela equipe Fármacos ao refletirem sobre as relações que o tema estabelece com outras disciplinas, como mostrado abaixo:

*“[...] Podemos também levantar sobre a história, já que não existem fármacos feitos somente em laboratórios, temos também fármacos naturais, proveniente da cultura ou saberes populares de um povo que são utilizados até hoje, como por exemplo: chá de limão com alho para curar gripe. [...]” (E1R1L5)*

Essa visão da ciência tem sido alvo de recentes, embora parcas, discussões na pesquisa em ensino de ciências, e configura um posicionamento de disputa epistemológica a partir da qual se denuncia a legitimação de alguns discursos em detrimento de outros sobre a qual se consolidou a Ciência Moderna, esta tida como uma das muitas implicações do processo colonial (CASTRO; ALVEZ, 2019; SANTOS, 2018). Segundo Castro e Alves (2019), a educação em ciências precisa reconhecer as formas pelas quais perpetua a colonialidade do saber e do poder, isto é, a difusão do conhecimento científico europeu como neutro, único e universal.

Considerando o território no qual os licenciandos participantes desta pesquisa inserem-se, isto é, a Amazônia, tal discussão se faz elementar para a formação de professores mais conscientes em relação ao potencial dos saberes que os estudantes trazem consigo do seio familiar – o qual, possivelmente, tem raízes e entrelaçamentos com povos tradicionais (indígenas, ribeirinhos, caboclos, dentre outros) –, o que pode tornar os futuros professores aptos para o estabelecimento, em sala de aula, de discussões mais ricas de significado e desenvolvimento de adequada leitura de mundo.

Por fim, a última subcategoria a ser discutida enquanto manifestação das crenças sobre a NdC dos licenciandos, e enquanto elemento constituinte das suas orientações para o ensino de ciências, é a **função social da ciência**, na qual o conhecimento científico é concebido como um meio para o alcance de soluções ou mitigação aos problemas sociais (E1ES6; E2Q1P3; E6Q1P3), bem como para o desenvolvimento de atitudes mais conscientes (E3PLO; E4R1CL6):

*“[...] estamos numa era muito de fake News, estamos numa era muito de informações distorcidas, estamos numa era de que as informações chegam mas de forma completamente diferentes. Então... é, pra mim o ensino de ciências eficaz é aquele que você fala, mas dando alguma base para essa pessoa usar, entendeu? [...]. Mas tipo não adianta eu, eu chegar para um aluno, falar sobre fármacos, falar sobre drogas, falar sobre plantas medicinais, mas não dá nenhuma base, nenhum sustento pro aluno entender o assunto, pelo menos ter*

*uma ideia do que se trata. Acho que isso se caracteriza o ensino eficaz, o ensino de ciências eficaz.” (E1ES6)*

*“Objetivo Geral: Adquirir conhecimentos científicos relativos aos agrotóxicos. Relacionar os fundamentos teóricos aos fenômenos do cotidiano e aplicá-los para a elaboração de propostas de intervenção na sua realidade social. [...]” (E2Q1P3)*

*“Identificar quais as substâncias presentes nos produtos industrializados e da discussão do tema, obter uma solução de qual é melhor forma ou caminho para termos esse cuidado com a saúde, como melhorar a alimentação no nosso dia a dia, e produzir uma crítica final, que servirá como forma de conscientização [...]” (E3PLO)*

*“Como podemos trabalhar o tema para a conscientização / desenvolvimento de responsabilidade? [...]” (E4R1CL6)*

*“[...] Objetivo específico: Ensinar os conceitos de gases relacionando-os com os problemas de poluição atmosférica.” (E6Q1P3)*

Essa concepção social de aplicação do conhecimento científico é muito discutida por Fourez (1995) em seus escritos acerca da epistemologia, quando discute sobre o ensino para transmissão de poder social, e ACT, ao colocar que ela volta-se para oferecer aos indivíduos um certo nível de emancipação aos indivíduos (FOUREZ, 1994).

As equipes demonstraram alinhamento a esses pontos de distintas maneiras, como apontam os excertos acima. Da fala do licenciando da equipe Fármacos (E1ES6), infere-se que, para ele, o ensino de ciências capaz de fornecer um adequado entendimento dos conteúdos disciplinares também possibilitará o desenvolvimento por parte dos estudantes de adequada leitura de mundo porque capaz de evitar interpretações errôneas. Concepções inclinadas para ideia de transmissão de poder social se fizerem presentes nas reflexões das equipes Agrotóxicos (E2Q1P3) e Aditivos Alimentares (E3PLO), as quais colocaram que o conhecimento científico pode ser aplicado em intervenções sociais e como forma de conscientização aos problemas de saúde individual e coletiva envolvidos com seus respectivos temas.

Como já apontavam Cachapuz et al (2011), ao desenvolverem concepção epistemológica aprimorada – ou contemporânea -, na qual a ciência é tomada como um processo de construção humana, histórica e que, portanto, dialoga com questões concretas do mundo, em detrimento de uma abordagem redutora do mesmo, os professores tornam-se melhor preparados para promover estratégias de ensino instigantes aos estudantes, uma vez que atentam-se aos múltiplos e complexos problemas que fazem parte da vivência dos estudantes enquanto cidadãos e oferecem aos mesmos oportunidades

para construir novas atitudes e valores a partir de um outro modo de aprender ciências.

Com isso, entende-se que os licenciandos mobilizaram diferentes orientações para o ensino de ciências a partir da atividade formativa vivenciada, demonstrando possuir como alvo distintos aspectos de aprendizagem e de desenvolvimento para os estudantes, os quais perpassam por competências (científicas, alinhadas à ACT e à BNCC), pela apreensão de problemas reais e adequada leitura de mundo, pela domínio dos diferentes níveis de representação do conhecimento científico e de sua aplicação em situações concretas, e por fim, os alvos de aprendizagem abrangem também o desenvolvimento da criticidade para tomada de decisões e atuação em sociedade.

Alinhada a essas orientações, percebeu-se a existência de concepções epistemológicas que tomam a ciência enquanto processo dinâmico e aberto, a qual não restringe-se aos objetos de estudo abstratos, mas sim permite o estabelecimento de conexões com atores e aspectos concretos da sociedade. A crença acerca da função social da ciência também demonstrou ser um conhecimento sobre a NdC presente nas reflexões dos licenciandos como fundamento de abordagens instrucionais atentas aos múltiplos e complexos problemas que fazem parte da vivência dos estudantes enquanto cidadãos, cujo estudo oferece oportunidades para construção de novas atitudes e valores.

### **3.1.1.3 Estratégias instrucionais para o ensino de ciências**

Esse conhecimento docente é formado, segundo o modelo de Park e Chen (2012), por dois componentes, quais sejam: estratégias para o ensino de assuntos específicos, isto é, abordagens instrucionais gerais que podem ser aplicadas para qualquer assunto; e estratégias para o ensino de tópicos específicos, que são mais restritas porque debruçam-se sobre conceitos da área, envolvendo o uso e criação de formas distintas de abordá-los (representações) e colocá-los em prática (atividades). Identificou-se a mobilização pelos licenciandos de ambos os componentes deste conhecimento a partir da análise realizada. Serão iniciadas as discussões pelas estratégias

para o ensino de assuntos específicos.

A **problematização**, entendida como uma forma de abordar o conteúdo disciplinar levantando problemáticas que geram reflexões nos estudantes sobre questões concretas de sua vida ao passo que integram diferentes conhecimentos na construção de representações (FOUREZ, 2002), foi estratégia mobilizada por quase todas as seis equipes - exceto por uma. Em reflexão sobre os temas sociocientíficos e suas implicações no processo de ensino-aprendizagem em química (E1R1L3; E2R1L4; E3R1L3), bem como no planejamento das aulas nas quais concretizariam tal articulação (E4PLE; E6PLE1), os licenciandos produziram as seguintes discussões:

*“Em relação à economia, podemos levantar que dependendo do remédio, o mesmo pode ou não ser custeado pelo indivíduo, sendo assim nem sempre é garantido que uma determinada pessoa que necessite de tratamento tenha condições de pagar por ele.” (E1R1L3)*

*“Exploração do tema agrotóxicos nas aulas de ciências pode favorecer a compreensão dos alunos com relação aos benefícios e malefícios do uso excessivo de determinadas técnicas de cultivo e no desenvolvimento tecnológico. O aluno teria a oportunidade de adquirir o conhecimento químico conhecendo mais sobre os elementos químicos presentes nos principais defensivos agrícolas, assim como os malefícios relacionados com a saúde causados pela manipulação desses defensivos.” (E2R1L4)*

*[...] 3. Depois da explicação dos fatores que provocam as mudanças no clima, mostrar as consequências envolvidas na situação, associando aos exemplos mostrados na aula anterior (grandes e mais frequentes cheias e secas, aumento da temperatura); 4. Em seguida a este momento, questionar os alunos sobre os impactos causados por estas consequências: “De que forma os eventos de grandes cheias e secas impactam os moradores ribeirinhos, em sua opinião?”. “Os mesmos impactos são sentidos na vida dos moradores da região metropolitana?”. 5. Finalizar esta temática com a escrita de um texto dissertativo pelos alunos. Como tema propõe-se o seguinte: “como posso contribuir com a redução das mudanças climáticas em minha região?” [...]” (E4PLE, grifo nosso)*

Como observado, a problematização realizada pelas equipes põe em evidência a relação da ciência com aspectos sociológicos, como a economia, a saúde e o meio ambiente. A opção por trabalhar temas sociocientíficos na atividade formativa aqui investigada se deu, como dito anteriormente, devido ao alinhamento e à facilitação que elas promovem para a formação em ACT, além da lacuna de trabalhos focados em explorar tal aspecto na formação inicial de professores, como observado na revisão bibliográfica. Daí infere-se que, por estarem trabalhando com temas que apresentam uma abertura para explorar as relações entre ciência e sociedade, os licenciandos estenderam tal abordagem aos conceitos envolvidos, desenvolvendo maneiras de inseri-los

em um contexto maior de discussão e fértil de significados. A problematização então pensada pelos licenciandos a partir desse processo inclinou-se para a promoção de reflexões mais articuladas entre o conhecimento científico e as questões concretas da vida dos estudantes.

Além disso, indo mais fundo no estabelecimento de diálogo com a vivência dos estudantes, a equipe Mudanças Climáticas (E4PLE) direcionou os questionamentos levantados para uma abordagem local, a partir dos quais os estudantes seriam conduzidos à reflexões sobre as manifestações do desequilíbrio climático na Amazônia, bem como as formas pelas quais poderia se fazer frente a esses problemas na região. Esta equipe também planejou a elaboração de perguntas para promover mais diretamente tal reflexão – como destacado no excerto acima -, distinguindo-se assim da problematização realizada pelas demais equipes, em que o recurso utilizado foi de levantamento e discussões de problemas.

Em contraste, a equipe Poluição Atmosférica planejou realizar problematizações restritas no interior do paradigma da química, como pode ser observado no excerto abaixo. Os questionamentos a partir dos quais visa-se conduzir os estudantes à reflexão concentram-se em trabalhar aspectos conceituais e de formulação de hipóteses.

*"[...] Atividade: Análise das respostas dos grupos: Por que ao abrir este frasco é possível sentir o cheiro do perfume em toda a sala? O que acontece com o perfume quando o frasco é aberto? Como poderíamos explicar o fato do cheiro se espalhar por toda a sala? [...]"*  
(E6PLE1)

Com isso, percebe-se que as equipes mobilizaram distintas formas de problematizar o conteúdo e a temática que estavam desenvolvendo ao longo da metodologia, o que denota certa diversidade nas práticas instrucionais discutidas e planejadas pelos licenciandos. Devegili e Lawall (2019) investigaram os tipos de perguntas elaboradas por professores, no contexto de desenvolvimento da IIR, particularmente na etapa 0 de elaboração da situação-problema, procurando identificar o potencial que as mesmas apresentavam para a promoção da ACT. Com resultados semelhantes aos nossos, as pesquisadoras também observaram uma diversidade nas perguntas elaboradas, as quais receberam classificações como perguntas de problematização, de dados, perguntas exploratórias e de sistematização. Como conclusão do estudo, considerou-se que todas as perguntas favoreciam a ACT,

o que reforça o potencial que a vivência na metodologia IIR representa para uma formação de professores alinhada a novos paradigmas do ensino de ciências.

Observou-se inclinações ao **ensino dialogado**, manifestadas por meio de idealizações de estratégias instrucionais atentas em captar a opinião e vivência dos estudantes (E1R1L5; E5R1L4), bem como de reflexões sobre os seus perfis (sociais, culturais, etc) e respectivas percepções sobre os assuntos (E4R1CL5), como indicam as US abaixo:

*“Podemos também levantar a opinião dos alunos acerca de um medicamento que eles utilizam corriqueiramente, como por exemplo Dorflex, um remédio para dor muito comum e não é necessário a apresentação de receita médica para comprá-lo”* (E1R1L5)

*“Qual a diferença de percepção dos estudantes da capital e do interior sobre o tema?”* (E4R1CL5)

*“Conversar abertamente sobre assunto e os problemas que o uso de drogas pode causar na saúde e nas relações sociais”* (E5R1L4)

Os licenciandos também planejaram oportunidades para promover práticas dialógicas em suas aulas por meio de sondagem do conhecimento prévio (E4PLE) e debate (E2PLE; E3PLE):

*“Atividade: Debate sobre as ideias em relação ao tema e sobre a reflexão que possa ter surgido através do vídeo. [...] 1. Inicialmente, o (a) professor(a) organizará a turma, formando uma roda com as cadeiras para melhor visualização. 2. O (a) professor(a) disponibilizará um microfone no centro da roda, sugerindo que os alunos podem ir ao centro e levantar uma questão relacionada ao tema agrotóxicos, a partir de cada questão levantada o (a) professor(a) e a turma dão início a um debate, podendo discordar, concordar, sugerir pontos negativos, mudanças, etc.”* (E2PLE)

*“Momento 1 breve debate sobre os conhecimentos prévios que os alunos já possuem sobre o tema Atividade: os alunos deverão expor o que sabem sobre o tema, para que haja uma troca de conhecimentos [...]”* (E3PLE)

*“AULA 4 [...] Procedimentos: 1. Inicialmente será proposta a seguinte pergunta aos alunos: “Para você qual a importância da camada de ozônio para a vida na terra? “. 2. Com as respostas dos alunos, será observado quais os conhecimentos prévios que os alunos apresentam sobre o tema;”* (E4PLE)

Com isso, observa-se que o diálogo pensado pelas equipes deu-se tanto através do levantamento das vivências dos estudantes quanto dos seus conhecimentos teóricos, cuja aplicação pedagógica seria voltada para o compartilhamento de percepções, experiências e conhecimentos e para a construção de discursos, em aula, a partir do que trariam os estudantes.

Em contraste, também observou-se a adoção de estratégias instrucionais nas quais o ensino expositivo seria promovido, como descrito pela equipe Mudanças Climáticas *“Atividade: Apresentação formal sobre chuva*

ácida com auxílio de slides apresentados a turma; [...]” (E4PLE) e pela equipe FÁrmacos, que consideraram a possibilidade de selecionar e expor conhecimentos de diferentes disciplinas para tratar do tema:

*“Podemos recorrer a outras áreas do conhecimento, como a Biologia, que explicaria de que forma o fármaco age no nosso organismo, poderíamos recorrer também a matemática e falar dos benefícios e malefícios de uma dosagem correta ou incorreta a ser ingerida. [...]”  
(E1R1L5)*

Esta mesma equipe, também considerou formas dialógicas de instruir sobre a QSC, como mostrado acima. Com isso, reflete-se sobre a adoção de diferentes estratégias instrucionais, mesmo antagônicas, que podem ser tomadas pelo professor a depender do objetivo e da orientação que se prioriza num determinado momento pedagógico.

Observou-se também a adoção de estratégias instrucionais em que o ensino se configuraria numa **chamada à ação**, isto é, a partir do qual não somente seriam aprendidos conceitos, teorias e leis inerentes ao paradigma da disciplina, mas os quais seriam utilizados para a tomada de decisão e como embasamento para a construção de novas atitudes frente aos problemas do mundo real. A equipe Mudanças Climáticas planejou promover tal estratégia de ensino propondo aos estudantes a realização de atividades reflexivas, enquanto que outras equipes almejavam construir, em suas aulas, discursos de conscientização acerca dos problemas com os quais seus temas sociocientíficos relacionavam-se:

*“AULA 7 [...] 5. Finalizar esta temática com a escrita de um texto dissertativo pelos alunos. Como tema propõe-se o seguinte: “como posso contribuir com a redução das mudanças climáticas em minha região? ”. Atividade individual para casa com entrega na aula seguinte.” (E4PLE)*

*“Geral: - Compreender melhor o problema do uso de drogas no ambiente escolar, estimulando a conscientização dos estudantes sobre os riscos da dependência química, apontando estratégias de prevenção para evitar o consumo, influenciando de forma positiva o não uso das drogas [...]” (E5Q1P3)*

*“Objetivo geral: Conscientizar os alunos sobre as questões sobre a poluição atmosférica e identificar formas de diminuição dos índices da mesma. [...]” (E6Q1P3)*

Importante ressaltar que essa estratégia de ensino se mostra alinhada às formulações da ACT, em especial aos critérios que Fourez (1997a; 1994) descreve como uso correto do conhecimento padronizado e integração entre conceitos científicos e valores para tomada de decisão. Nessa formação, “os resultados científicos não são vistos como visando uma verdade absoluta, mas

como modelos construídos por e para os seres humanos, com o objetivo de lidar com a realidade em que estão envolvidos” (FOUREZ, 1997, p. 919).

A tecnologia também foram incorporadas às estratégias instrucionais discutidas pelos licenciandos, particularmente as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs). As equipes mostraram-se interessadas em utilizar softwares para praticar gamificação (E1ES4) e atividades de simulação (E6PLE2) em sala de aula, assim como também planejaram utilizar vídeos (E2PLE) e ambientes virtuais para enriquecer suas estratégias de ensino (E5PL):

*“[...] então nossa primeira aula foi fazer essa revisão das funções orgânicas. Claro que de uma forma mais... mais contextualizada. Já colocando as ideias dos fármacos, já colocando uma gamificação, porque na nossa aula a gente colocou um site chamado Kahoot, sabe? Que é justamente sobre isso, sabe? Desses joguinhos assim, tipo de perguntas e respostas, uma coisa mais gameficada.” (E1ES4)*

*“Atividade: Apresentação do tema e apresentação do vídeo “AGROTÓXICOS NO BRASIL: IMPACTOS NA SAÚDE E NO MEIO AMBIENTE” como instrumento de reflexão.” (E2PLE)*

*“O plano de aula foi pensado para ser desenvolvido de forma remota e visando adequação do ambiente escolar presencial para o ambiente virtual, optou-se por complementar as etapas da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) com algumas arquiteturas pedagógicas que foram propostas para a organização de espaços Virtuais e Educação a Distância (EAD).” (E5PL)*

*“AULA 2 [...]. E ao final será feita uma simulação utilizando o programa PhET para mostrar como o gás se comporta microscopicamente mediante a pressão, temperatura e volume.” (E6PLE2)*

Em tempos de ensino remoto e/ou híbrido (presencial e virtual) ocasionado pela pandemia por COVID-19, a mobilização de conhecimentos docentes que deem subsídios para realização de práticas instrucionais enriquecidas com recursos digitais mostram-se, para nós, de grande relevância, uma vez que capacitam os futuros professores para os novos formatos de ensino emergentes, sejam eles decorrentes do processo natural de desenvolvimento tecnológico e educacional ou por causas externas que, inevitavelmente, atravessam as escolas.

Com isso, considera-se que as equipes discutiram e refletiram **múltiplas possibilidades de estratégias instrucionais** das quais podem valer-se no EC, diversificando seu repertório de estratégias instrucionais de assuntos específicos. Essa ampliação das abordagens de ensino também foi apontada por Milaré (2020) como uma contribuição da metodologia IIR à formação docente dos licenciandos com os quais trabalhou.

Em relação às estratégias instrucionais para o ensino de tópicos específicos, tratando inicialmente sobre as estratégias que configuram-se como atividades, observou-se que os licenciandos planejaram desenvolver **metodologias ativas** em suas aulas, valendo-se de estratégias distintas que têm por característica principal posicionar o estudante como protagonista do processo de ensino-aprendizagem, como sujeito ativo na construção do conhecimento, tal como pode ser observado nas US abaixo:

*“Aula 3 [...] Procedimentos: 1. Pedir que os alunos expressem suas opiniões acerca das mudanças climáticas, efeitos na natureza e até mesmo no seu dia a dia; 2. Perguntar se e, caso sim, como essas aulas e conversas impactaram sua vida e se isso vai mudar seu comportamento para com o meio ambiente.” (E4PLE)*

*“IDA AO CAMPO (ETAPA 4) [...] Momento 1: Os alunos serão orientados a pesquisarem locais e revisarem a literatura coletando dados de forma a relacioná-los com a situação problema.” (E5PLE)*

*“AULA 2 Momento 2: Dois experimentos serão realizados em grupos e conceitos relacionados de fenômenos gasosos e modelos serão trabalhados à medida que os experimentos são realizados. Os alunos terão que responder as perguntas da folha do experimento. A teoria cinética dos gases será o último conceito trabalhado. E ao final será feita uma simulação utilizando o programa PhET para mostrar como o gás se comporta microscopicamente mediante a pressão, temperatura e volume.” (E6PLE2)*

Neste sentido, as equipes delinearão em seus planos de aula a realização de debates (E4PLE), atividades de experimentação (E6PLE2), bem como o desenvolvimento de pesquisas pelos estudantes (E5PLE). Este último excerto, referente à equipe Drogas, intitula-se “Ida ao campo”. Essa consiste em uma das etapas da IIR, na qual vai-se em busca de respostas às perguntas levantadas no início das atividades, por meio de distintas práticas investigativas, como consulta a especialistas, observações diretas e pesquisa na literatura. Como pode se perceber, esta equipe decidiu estender a metodologia IIR para a educação básica, o que dá indícios que sua vivência – contexto de aplicação da presente pesquisa - foi significativa em termos de formação docente, particularmente de instrumentação para o ensino.

Por fim, encerrando as discussões acerca do conhecimento docente de estratégias instrucionais, particularmente para o ensino de tópicos específicos, será tratado o subcomponente que envolve o domínio de representações. Esse conhecimento envolve a forma de abordar um conceito ou conteúdo específico, a capacidade de criar metáforas, o domínio de exemplos, dentre outros aspectos. A primeira subcategoria a ser discutida descreve uma abordagem

inclinada à promoção do **ensino de química através de temas sociocientíficos**, em que os conteúdos da disciplina são trabalhados imersos em um contexto mais amplo de discussão. As US abaixo podem ilustrar tal interpretação:

*“Objetivo Geral: Conhecer mais sobre o universo dos fármacos utilizando-os para conscientizar sobre os perigos da automedicação, e também a aprendizagem de conceitos básicos de química orgânica” (E1PLO)*

*“Procedimentos: 1. Inicialmente, o (a) professor(a) apresentará o tema de agrotóxicos e danos ambientais citando os prejuízos causados no ar, solo e na água. 2. Em seguida, o(a) professor fará uma reflexão sobre quais seriam e existem outras alternativas para substituir os agrotóxicos.” (E2PLE)*

*“Objetivo geral: - Compreender melhor o problema do uso de drogas no ambiente escolar, estimulando a conscientização dos estudantes sobre os riscos da dependência química, apontando estratégias de prevenção para evitar o consumo, influenciando de forma positiva o não uso das drogas, entendendo a relação da química com a temática.” (E5PLO)*

Nessa perspectiva de ensino delineada pelos licenciandos, os temas sociocientíficos serviriam como base para o exercício de reflexão e, em especial, de conscientização acerca de problemas existentes na sociedade atual, cuja compreensão se tornaria possível por meio de um estudo consciente dos conceitos, teorias e leis concomitantemente à análise daquilo com que se relacionam no mundo concreto.

A **abordagem multidimensional de um fenômeno** também demonstrou ser uma forma de representação bem discutida pelas equipes. A interpretação dada aqui ao termo “multidimensional” utilizado foi discutida anteriormente – ver página 71 - e será aqui resgatada, desta vez por configurar uma mobilização em termos de estratégias de ensino empreendidas pelos licenciandos, nas quais valeram-se da problematização (E1R1L3), uso de TDICs (E2ES7) e chamada à ação (E6Q1P3), por exemplo, para promover tal abordagem:

*“Em relação à economia, podemos levantar que dependendo do remédio, o mesmo pode ou não ser custeado pelo indivíduo, sendo assim nem sempre é garantido que uma determinada pessoa que necessite de tratamento tenha condições de pagar por ele.” (E1R1L3)*

*“A primeira estratégia, é... a gente tentou usar a questão de... pra chamar atenção, pra chamar atenção dos alunos e tudo. Aí a gente usou a estratégia de... de usar um vídeo que falasse dos agrotóxicos, é, especificamente no Brasil e os impactos que trazem, é, tanto para a saúde quanto para o meio ambiente” (E2ES7)*

*“Objetivo geral: Conscientizar os alunos sobre as questões sobre a poluição atmosférica e identificar formas de diminuição dos índices da mesma. [...]” (E6Q1P3)*

Para nós, essa abordagem multidimensional trata-se da construção de relações entre diferentes aspectos da realidade (social, ambiental, econômico, político, dentre outros) e os conceitos trabalhados no cerne da disciplina. É uma forma de levantar elementos que, para além da exemplificação, servem também como ponto inicial para o debate, a reflexão e tomada de decisões.

Para Brick (2017), embora muito se defenda que o EC deva conectar-se à realidade do aluno, isso não tem sido recorrente. O autor aponta que discutir a relação entre objeto de conhecimento e realidade é mais complexo do que se imagina, visto que “a construção desses objetos são condicionados socioculturalmente, que a realidade não se reduz a sua dimensão natural e que essa redução pode ser obstáculo ao processo de humanização” (BRICK, 2017, p. 48). Diante disto, considera-se que os licenciandos dissertaram sobre formas aprofundadas de abordar os conceitos, atrelando-os a aspectos da realidade que superam a dimensão natural.

A terceira subcategoria aqui discutida consiste em uma estratégia de ensino de química na qual delinea-se uma **transição entre níveis de representação**, cuja abordagem dos conceitos químicos pode abranger e/ou variar do nível microscópico ao simbólico. A licencianda representante da equipe Aditivos Alimentares descreveu uma forma de promover tal movimento instrucional:

*“Por exemplo, é... Se eles compreendessem mais sobre radicais livres, eles iam compreender uma parte do nível. É... se eles compreendessem sobre o conceito, né, do que seria aditivos alimentares, iam compreender outra parte. E os símbolos, que é usado, né, nos alimentos, aí eles iam compreender também outra parte do nível que seria o simbólico.” (E3ES3)*

Neste mesmo sentido, a equipe Poluição Atmosférica também planejou abordar o conteúdo a partir de diferentes níveis:

*“Abordar as propriedades dos gases e suas leis, contextualizando com a realidade que o aluno vive, assim tornando o Ensino mais significativo, através da utilização dos três níveis de pensamento químico (modelo explicativo, fenômeno e representação) para melhor compreensão do assunto [...]” (E6PLO)*

Como pode ser observado em ambos as US, são discutidas três distintas maneiras de trabalhar o conhecimento científico em questão, o que fornece indícios da riqueza no domínio de representações dos licenciandos. Uma abordagem de ensino que situe determinado conceito em um campo abstrato concernente ao paradigma da química – que configuraria um extremo

de representação -, mas que também dá conta de construir sentido para ele por meio do estabelecimento de relações mais concretas com o mundo – o outro extremo de representação -, demonstra ser um conhecimento docente capaz de subsidiar frutíferas instruções inclinadas ao ensino de química contextualizado.

Por fim, os licenciandos também demonstraram-se inclinados a utilizar a **ciência para ação** enquanto estratégia de ensino, a qual, por sua vez, remete à uma forma de abordar um conteúdo que visa fornecer bases para tomada de decisões (E2ES2) ou ainda mobilizar atitudes em prol do bem comum (E2ES2):

*“Eu acho que é importante pra eles porque, é... seria uma forma de ajudá-los a se tornarem, é, até pessoas mais críticas em relação a alguns aspectos, da... da vida mesmo. Então eu acho que seria muito importante assim pra formação de pessoas mais críticas, é, pra eles terem mais autonomia. Por exemplo “ah, você”, em alguma situação lá, “você não pode comer isso porque isso vai lhe causar doenças e tudo”. E caso ele tenha esse conhecimento ele vai, é, ser mais autônomo e “ah, não, eu sei, eu tenho um certo conhecimento sobre essa questão, e então eu posso fazer a minha própria escolha”.” (E2ES2)*

*“Como podemos trabalhar o tema para a conscientização / desenvolvimento de responsabilidade? [...]” (E2ES2)*

Entende-se que essa abordagem de ensino supera o reducionismo que há em promover discussões restritas ao âmbito conceitual dos conhecimentos científicos. Sem desconsiderar a importância destes últimos, tal perspectiva instrucional engaja o estudante à reflexão e aplicação do conteúdo em situações do seu cotidiano ou da vida em sociedade que demandam dele atitudes conscientes e responsáveis. Para Morin (2018), o ensino para a responsabilidade e cidadania é uma das consequências positivas alcançadas por meio de abordagens como essa, que não se isolam em seu paradigma, mas sim concebem o conjunto.

Observou-se que a metodologia IIR construiu oportunidades para os licenciandos ampliarem seu repertório de estratégias instrucionais, bem como para tomarem consciência sobre o que nortearia as atividades instrucionais adotadas. Foram mobilizados distintas representações, atividades e demais estratégias instrucionais, o que implica na integração de distintos conhecimentos docentes e, conseqüentemente, na construção de PCKs diversificados.

Ainda, valendo-se de estratégias instrucionais de conteúdo como a problematização e chamada à ação, os futuros professores colocaram em

evidência a relação da ciência com aspectos sociológicos, elucidando maneiras de promover um EC mais contextualizado, como pelo exercício de reflexão e, em especial, pela condução à tomada de consciência e de ações diante dos problemas existentes na sociedade atual e, conseqüentemente. Outros conhecimentos de estratégias instrucionais também inclinaram-se nesta perspectiva, como a abordagem multidimensional de um fenômeno, por meio da qual os licenciandos delinearão formas de atrelar os conceitos a aspectos da realidade que superam a dimensão natural e cruzam-se com questões sociais, ambientais, dentre outros.

#### 3.1.1.4 Avaliação da aprendizagem em ciências

Esse conhecimento docente é formado por dois componentes, dimensões e métodos de avaliação. O primeiro consiste nos parâmetros e aspectos da aprendizagem que o professor considera relevante para avaliar, enquanto os métodos consistem nos instrumentos, procedimentos e atividades que podem ser utilizadas para as avaliações. A partir da análise realizada, foram produzidas subcategorias correspondentes a ambos os componentes deste conhecimento e serão discutidas inicialmente àquelas que tratam das dimensões de avaliação da aprendizagem em ciências.

O **domínio teórico** foi um aspecto que os licenciandos atentaram para avaliar, como pode ser observado nos excertos de alguns planos de aula:

*"Conteúdo de Aula: Fármacos • [...] Revisão das principais funções orgânicas • Exercícios envolvendo a identificação "* (E1PLC)

*"[...] Dimensão(ões) e/ou conteúdo(s) em avaliação: Os alunos deverão ter domínio do conteúdo [...]."* (E3PLA)

*"Atividade: Comportamento dos alunos, identificar os que estão menos participando, buscar identificar entendimentos dos alunos por perguntas orais e análise de dados contida na folha experimental. Cada grupo terá que entregar uma folha de caderno com as anotações dos conceitos trabalhado em sala."* (E6PLE2)

Daí infere-se que, embora discussões ampliadas tenham sido empreendidas ao longo das atividades, envolvendo aspectos sociais, econômicos, ambientais, etc, levantados pelas QSC, bem como reflexões para o ensino de ciências, o entendimento conceitual da disciplina não foi negligenciado pelas equipes. Este foi resgatado como ponto de partida e embasamento para discussões mais aprofundadas sobre as QSC com os quais se relacionavam. De acordo com Fourez (1997a), a ACT deve atentar para que

os estudantes tenham acesso e dominem os conhecimentos científicos consolidados e que são a base para o entendimento e atuação em uma sociedade científica e técnica, como a que apresenta-se no século XXI.

Por outro lado e, conseqüentemente, a **leitura do mundo histórico real** é também um alvo na formação em ACT, em que se visa socializar os indivíduos no mundo no qual eles estão imersos por meio da aplicação dos conhecimentos científicos em situações reais. Nas palavras de Fourez, “mesmo que um modelo construído para uma situação específica fosse tecnicamente eficiente, ele (por definição) se tornaria socialmente inútil, desde que permanecesse socialmente não estabelecido” (FOUREZ, 1997, p. 919, tradução livre). Notou-se que esse aspecto da formação em ACT foi contemplado nas avaliações planejadas pelos licenciandos:

*“Dimensão(ões) e/ou conteúdo(s) em avaliação: Funções orgânicas e o papel dos fármacos na nossa vida” (E1PLA)*

*“A avaliação ocorrerá de forma no qual os alunos irão fazer uma prova contendo 3 questões, essas questões serão divididas da seguinte forma: na primeira questão os alunos irão abordar quais danos ambientais eles conseguem identificar no dia a dia deles baseado no vídeos assistido” (E2PLA, grifo nosso)*

*“4. Texto dissertativo: nesta avaliação serão avaliados os aspectos de responsabilidade ambiental alcançados pelos alunos, se este aluno adquiriu ou não este conhecimento e como ele pretende aplicá-lo.” (E4PLA)*

Com isso, as equipes consideraram avaliar como os estudantes realizariam a transferência do conhecimento científico trabalhado nas aulas, aplicando-os em situações do dia-a-dia e da vida em sociedade. Futuros professores de ciências capacitados não somente para promover um ensino que permita o entendimento de situações reais, mas que concebam isso em suas avaliações, cobrando dos estudantes o alcance desse entendimento para atuação em sociedade, reflete para nós uma mudança de paradigma no ensino que contempla as demandas de formação para o século XXI, em que a realidade mostra-se cada vez mais complexa e em contínua transformação, fazendo-se necessário tanto a compreensão dos conhecimentos científicos quanto o seu gerenciamento para distintas situações. Ao que entende-se como, de fato, uma formação para o mundo histórico real.

Essa discussão aproxima-se do que postulam os objetivos centrais da ACT, sendo eles a **autonomia**, a **comunicação** e o **domínio**. Na perspectiva da ACT, a autonomia possibilita ao indivíduo decidir sobre a relevância de

determinado conhecimento (E4PLA), tomar decisões frente aos problemas e participar ativamente de debates em sociedade (E4PLE), e saber quando, como e onde consultar os especialistas (E5PLE). As US abaixo ilustram essa subcategoria, indicando a preocupação dos licenciandos em avaliar tais aspectos da aprendizagem em ciências:

*“2. Pesquisa: com o trabalho de pesquisa serão analisados os critérios considerados pelos alunos, quais são as informações que são consideradas pertinentes e relevantes;” (E4PLA)*

*“Procedimentos: 1. Pedir que os alunos expressem suas opiniões acerca das mudanças climáticas, efeitos na natureza e até mesmo no seu dia a dia; 2. Perguntar se e, caso sim, como essas aulas e conversas impactaram sua vida e se isso vai mudar seu comportamento para com o meio ambiente.” (E4PLE)*

*“ [...] Avaliação Comparativa Momento 1: Nessa etapa os alunos deverão fazer a negociação e definição dos especialistas e especialidades a serem consultados e obtenção com os mesmos de respostas às perguntas levantadas sobre o problema Momento 2: Detalhamento dos especialistas Momento 3: Definição das perguntas que serão realizadas aos especialistas [...]” (E5PLE)*

A comunicação diz respeito à habilidade manter um debate e ao uso correto das traduções e das transferências de conhecimento (E4PLE), bem como à capacidade de comunicar claramente aos outros uma representação ou vivência (E6PLE3):

*“Procedimentos: 1. Pedir que os alunos expressem suas opiniões acerca das mudanças climáticas, efeitos na natureza e até mesmo no seu dia a dia; 2. Perguntar se e, caso sim, como essas aulas e conversas impactaram sua vida e se isso vai mudar seu comportamento para com o meio ambiente.” (E4PLE)*

*“[...] Atividade: Os grupos deveram abordar nas suas apresentações pontos como: causas – consequências (meio ambiente), propor uma solução, explicar seu ciclo ou funcionamento e suas relações com assuntos gases. [...]” (E6PLE3)*

Dessa forma, a análise da mudança de atitudes dos estudantes, bem como a análise das suas apresentações sobre o tema configuraram, nas discussões dos licenciandos, aspectos da aprendizagem relacionadas à comunicação que os mesmos estariam atentos para avaliar.

Por fim, o domínio diz respeito à capacidade de saber integrar conceitos científicos e valores para a tomada de decisões, e foi demonstrado como um elemento de avaliação pela equipe Aditivos Alimentares, como mostrado no excerto abaixo:

*“Identificar quais as substâncias presentes nos produtos industrializados e da discussão do tema, obter uma solução de qual é melhor forma ou caminho para termos esse cuidado com a saúde, como melhorar a alimentação no nosso dia a dia , e produzir uma crítica final, que servirá como forma de conscientização, será o*

*feedback para avaliar como está o desempenho, desenvolvimento, e a construção do conhecimento dos alunos.” (E3PLO)*

Por fim, nota-se que as equipes abordaram em seus planejamentos de avaliação dimensões de aprendizagem características dos três objetivos da ACT, reforçando um alinhamento aos pressupostos dessa formação. Subsidiar aos indivíduos o desenvolvimento de um nível maior de emancipação, por meio da cobrança de reflexão e aplicação do conhecimento científico, foi uma preocupação comum dos licenciandos. Esse achado tece férteis implicações para o ensino de ciências, uma vez que insere nele aspectos relativos ao enfrentamento de questões e problemas concretos da realidade, superando a assimilação de conceitos abstratos como alvo exclusivo dessa formação.

O segundo componente do conhecimento de avaliação trata do domínio dos métodos avaliativos. Neste estudo, percebeu-se a mobilização de múltiplos instrumentos e atividades desenhadas pelos licenciandos em seus planos de aula para aplicar na avaliação dos estudantes. A saber, a primeira subcategoria a ser discutida traz a **produção textual** como um dos métodos de avaliação discutido pelos licenciandos, a partir do qual eles planejaram promover um estímulo à reflexão e à organização de ideias nos estudantes:

*“ [...] 5. Finalizar esta temática com a escrita de um texto dissertativo pelos alunos. Como tema propõe-se o seguinte: “como posso contribuir com a redução das mudanças climáticas em minha região?”. Atividade individual para casa com entrega na aula seguinte.” (E4PLE)*

A **atividade gamificada** também foi utilizada por algumas equipes como um método avaliativo, no qual planejou-se avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes de uma forma dinâmica e instigando neles o espírito de competitividade, como nota-se nas US abaixo:

*“Atividade gamificada para revisão de funções orgânicas. Procedimentos: [...] 3-Será iniciado uma competição em que os alunos terão que disputar para ver qual grupo reconhece melhor as funções” (E1PLE)*

*“Momento 1 Questionário dinâmico  
Atividade: Questionário de perguntas e respostas entre os alunos e professor*

*Tempo estimado: 50 minutos*

*Recursos utilizados: Cartões verde, amarelo e vermelho, caixinha de perguntas em papel recortado [...].” (E3PLE)*

Como pode ser observado até aqui, cada equipe fez uso de uma forma de avaliação específica, demonstrando relativa restrição quanto aos métodos avaliativos aplicados em seus planejamentos. Relativa porque considera-se aqui, segundo o modelo de conhecimentos docentes utilizado, a mobilização

de instrumentos para avaliação da aprendizagem de assuntos específicos. Logo, reconhece-se a possibilidade de, para outros assuntos, as equipes utilizarem outros e distintos métodos avaliativos.

A equipe Mudanças Climáticas, por outro lado, demonstrou possuir um rico conhecimento dos métodos de avaliação, uma vez que desenhou, em seu planejamento, múltiplas formas para avaliar os estudantes, as quais perpassaram o desenvolvimento de pesquisa (E4PLE1) e a reflexão em grupo (E4PLE3), bem como a produção textual (comentada na US anterior):

*"[...] 2. Solicitar 2 ou 3 grupos que façam uma pesquisa sobre Chuva Ácida; 3. Solicitar que os grupos restantes façam uma pesquisa sobre Efeito Estufa; 4. Ambas as pesquisas serão recebidas como atividades avaliativas. [...]" (E4PLE1)*

*"[...] 2. Perguntar se e, caso sim, como essas aulas e conversas impactaram sua vida e se isso vai mudar seu comportamento para com o meio ambiente." (E4PLE3)*

Distinguindo-se das demais equipes e ressignificando a vivência na atividade formativa aqui investigada, a equipe Drogas planejou aplicar a própria IIR como metodologia de ensino, e também de avaliação, pois considerou a elaboração do produto final – que constitui a síntese da IIR e última etapa da metodologia - como um procedimento de avaliação, como indica o excerto abaixo:

Por fim, instrumentos específicos foram mobilizados por algumas equipes ao planejarem as formas pelas quais iriam aplicar avaliações. Estes apresentaram em comum a **utilização de TDICs**, seja para desenvolver uma atividade gamificada (E1ES4) ou ainda para mediar a realização das atividades por parte dos estudantes (E4PLE; E5PLE):

*"[...] porque na nossa aula a gente colocou um site chamado Kahoot, sabe? Que é justamente sobre isso, sabe? Desses joguinhos assim, tipo de perguntas e respostas, uma coisa mais gamificada. [...]" (E1ES4)*

*"[...] 4. Será mostrado aos alunos alguns exemplos de infográficos e também será sugerido alguns sites que possibilitam a realização desta atividade de maneira gratuita. 5. Os alunos terão o intervalo de uma aula para a produção e finalização deste material. Anexos: Site para produção de infográfico: <https://www.canva.com/> [...]" (E4PLE)*

*"[...] AULA 6: Portfólio de aprendizagem (Webquest) Nesta etapa serão verificados os registros produzidos pelos alunos sobre o seu processo de aprendizagem que deverá ser postado na Webquest (Acompanhamento por parte dos professores para a revisão das estruturas de aprendizagem. [...]" (E5PLE)*

Assim, observou-se uma diversidade de instrumentos, procedimentos e atividades avaliativas planejadas pelos licenciandos, os quais distanciaram-se da tradicional utilização de provas em direção a construção de métodos de

avaliação contínuos, dinâmicos e voltados para verificação de outras dimensões da aprendizagem para além do domínio conceitual. Como discutido, as equipes consideraram relevante avaliar também aspectos como a autonomia, comunicação e domínio, bem como a leitura de mundo histórico real, aspectos estes que contemplam a formação em ACT e constroem indícios que o PCK construído ao longo das atividades, ainda que em fase inicial, tende para o subsídio de abordagens de ensino contextualizadas.

### **3.1.1.5 Conhecimento da compreensão de ciências pelos estudantes**

Envolve saber as dificuldades de aprendizagem dos estudantes, suas motivações e interesses, bem como suas necessidades. Estes fatores configuram os três componentes deste conhecimento docente, cuja mobilização foi identificada a partir da ATD realizada no presente estudo.

As dificuldades de aprendizagem, que tratam dos conceitos ou tópicos de ciências que os estudantes consideram difíceis de aprender, e das causas de tais dificuldades, foi um conhecimento manifestado apenas por uma equipe, representada em entrevista por uma licencianda, que falou sobre a **assimilação de conceitos abstratos** enquanto um obstáculo para aprendizagem da disciplina:

*“Que eles pudessem compreender sobre os diversos níveis da, da química, né, que... os 3 na verdade, que é o macroscópico, o microscópico, simbólico. Porque é bem difícil trabalhar química e fazer com que o aluno ele compreenda esses 3 níveis. [...] Porque a química ela é muito abstrata. Se o estudante ele não desenvolve isso, até gente na faculdade a gente tem essa dificuldade [...]” (E3ES2)*

Como pode ser observado, a licencianda reflete sobre os níveis de representação da química, enfatizando a abstração que a disciplina envolve como um fator que implica em dificuldades na aprendizagem. No plano de aula da equipe, a qual ficou responsável pela QSC Aditivos Alimentares, observa-se uma constante preocupação em trabalhar os níveis de representação da química, em que planejou-se cobrir conteúdos que tanto trabalhavam o conceito e a estrutura molecular dos compostos químicos (como radicais livres

e substâncias antioxidantes), como abordavam também acerca da sua importância para o organismo e implicações para a saúde dos indivíduos.

Quanto aos elementos que geram motivação e interesse nos estudantes, os licenciandos demonstraram concordar que a **aproximação da realidade** é um dos principais, posto que todas as equipes dissertaram a respeito. Algumas equipes, por exemplo, atentaram-se em promover tal aproximação por meio do resgate do contexto de vida dos estudantes (E1R1CL6; E6PLO) e da realização de abordagens de ensino que conectam o assunto da disciplina à situações concretas vivenciadas na sociedade (E2ES4):

*“De que maneira podemos apresentar o tema fármacos levando em consideração o contexto socioeconômico dos alunos?” (E1R1CL6)*

*“[...] Eu acho que que seria, teria... seria um sistema de ensino e de aprendizagem muito eficaz. Deve ser bem mais eficaz do que esse que, que vem sendo usado porque essa, é... essa parte ela é vista como parte. É vista como, assim, é uma aula “vamos falar da sociedade e ciência em uma aula e depois vamos continuar com o resto que a gente tá fazendo”. Aquela coisa conteudista e tudo. É, então eu acho que não deveria ser uma parte, eu acho que é muito importante que um professor deveria passar mais tempo com essa metodologia, posso dizer assim, do que com esse método tradicional. Caracterizaria um ensino mais significativo. Eu acho que os alunos até se motivariam mais em aprender” (E2ES4)*

*“Abordar as propriedades dos gases e suas leis, contextualizando com a realidade que o aluno vive, assim tornando o Ensino mais significativo, através da utilização dos três níveis de pensamento químico (modelo explicativo, fenômeno e representação) para melhor compreensão do assunto [...]” (E6PLO)*

Com isso, percebe-se que os licenciandos inclinaram-se para a promoção de aprendizagem significativa ao levarem em consideração, nas suas reflexões e planejamentos de aula, o estabelecimento de conexões entre o conteúdo e a vivência, os conhecimentos prévios e contexto dos estudantes.

Outro fator discutido pelos licenciandos que subsidia a aproximação do conteúdo à realidade do estudante é a aplicação do conhecimento científico.

Um representante da equipe Mudanças Climáticas em entrevista comentou:

*“A gente observa que ele foi realmente alcançado quando o aluno não apenas vê aquilo como uma matéria que ele tem que fazer teste, passar de ano. Mas que ele consegue aplicar os conhecimentos que ele obteve, né, na sala de aula, aplicar na sua vida. Seja qual for a disciplina. Aqui a gente tá falando de química né? Tudo o que ele pode aplicar na vida dele. Tipo ele já tá um cara adulto e ele vai lembrar de algum conhecimento que ele teve em sala de aula. Aquilo realmente foi efetivo [...]” (E4ES3)*

Já para a equipe Drogas, a possibilidade de inspirar carreiras profissionais a partir dos momentos e discussões vivenciadas em aula é uma

maneira pela qual pode ser feita essa conexão entre os conteúdos da disciplina e a realidade dos estudantes:

*“É justamente das aplicações. Assim... por ser uma, por ter drogas lícitas e ilícitas, nas drogas lícitas voltadas pra medicamento, a gente pode, é, levar eles a quererem estudar mais pra chegar a um ponto de querer trabalhar numa indústria de medicamento, né. Então poderia ser isso. E também ou levar eles a tentar encontrar, é... Ah, tem a tal doença, tem uma doença que não tem ainda uma cura, mas ele sabe que um medicamento ele pode fazer com que eles possam... Eles possam tentar descobrir um princípio ativo. Aí já vai voltando pra pesquisa, já pensando já no futuro deles, né, também [...]” (E5ES4)*

A **linguagem de ensino** foi também discutida como uma forma de motivar e promover o interesse dos estudantes, em que os licenciandos apontaram o equilíbrio da complexidade da linguagem (E3ES7), bem como sua adaptação (E4ES4) como fatores importantes para serem considerados pelos professores nos momentos de instrução. Observem:

*“Eu acho que como professora eu não seria tão simplista assim. Usaria termos científicos na sala de aula. [...] Uma linguagem mais científica também. É... tomaria cuidado com o uso de analogias. [...] Porque eu acho que é necessário. Vai que tem um cientista ali que quer ser, que tem um sonho de ser cientista. E muitas vezes a escola é muito simplista, ela não usa termos científicos, entendeu? Até porque o aluno, já é difícil ele compreender essa parte básica de maneira simples, imagine se a gente usar termos científicos né. Mas eu acho que eu não seria tão simplista, eu seria os dois.” (E3ES7)*  
*“Dependendo da apresentação do professor ele pode trazer uma aceitação ou não. Eu acho que essa parte científica ela é bem interessante. Agora se entrar um pouco mais aprofundado na questão econômica ou política, isso daí talvez traga uma certa dificuldade, né, pra eles conseguirem entender alguns termos. Também tem muitas pessoas que, falou o nome política, falou o nome economia, eles já ficam já temerosos. “Ah, isso aqui não me interessa”, né? Então acho que procurar utilizar uma linguagem que trate dessa temática mas sem trazer tantas dificuldades, acho que pode aumentar o interesse deles e a gente conseguir fazer toda a temática que quer abordar. Porque como o próprio nome já diz, é um aspecto interdisciplinar, então envolve todas, todas as áreas que a gente já falou né, muitas áreas. Então a gente não vai deixar de tratar as outras áreas.” (E4ES4)*

Fourez (1995) discute o tema, colocando que a utilização de diferentes linguagens, seja a cotidiana ou a científica, deve ser feita conforme a intencionalidade de quem está realizando a abordagem, pois embora alguns conceitos ampliem a visão, alguns não são operacionais em termos de prática da disciplina. Em consonância com o pensamento do autor, a representante da equipe Mudanças Climáticas (E4ES4) afirmou que o professor precisa atentar-se para o que é atrativo e assimilável aos estudantes para decidir sobre qual tipo de linguagem vai utilizar em sua abordagem.

Por fim, os licenciandos discutiram e planejaram promover o **acesso a distintas formas de aprendizagem aos estudantes**:

*“Teria como, como se fosse uma aula de experimentação, que é uma estratégia assim que os alunos gostam muito. É... pelo que a gente viu ela meio motiva mais o aluno a participar né? É... é visto como uma coisa diferente, já que não é muito não é muito recorrente eles terem aula de experimentação. Um pouco pelos vários problemas que tem tanto de estrutura quanto até de, de o próprio professor não fazer esse tipo de estratégia” (E2ES5)*

*“Acredito... Pedindo pra cada um trazer... Pra cada um trazer algum alimento pra poder a gente ler a embalagem lá atrás, entendeu? Pra eles aprenderem como é que se lê... na taberna quando eles forem comprar, onde se encontra, aí anotar quais são as substâncias que possui, que são aditivos alimentares” (E3ES8)*

*“[...] Pesquisar os principais conceitos envolvidos nesta temática; Investigar como essa problemática afeta de maneira considerável a nossa região.” (E4Q1P3)*

*“AULA 2 Momento 2: Dois experimentos serão realizados em grupos e conceitos relacionados de fenômenos gasosos e modelos serão trabalhados à medida que os experimentos são realizados [...]” (E6PLE2)*

Aponta-se a experimentação (E2ES5; E6PLE2) como uma atividade que motiva a maior participação dos estudantes, mas outras também foram delineadas pelas equipes visando estimular nos mesmos o protagonismo no processo de construção do conhecimento, como realização de debates (E3ES8) e pesquisas (E4Q1P3).

Assim, destaca-se os distintos pontos levantados pelos licenciandos em suas reflexões acerca dos aspectos que podem motivar os estudantes. Trata-se de um conhecimento docente elementar para a construção de momentos em sala de aula que propiciem maior engajamento dos indivíduos na aprendizagem em química, seja pela abordagem do contexto dos estudantes, pela linguagem ou ainda pela utilização de distintas estratégias de ensino.

Por fim, o terceiro componente do conhecimento da compreensão de ciências pelos estudantes consiste na atenção às necessidades que eles possuem. Esse aspecto foi contemplado nas reflexões dos licenciandos de forma bastante pragmática, posto que foi levantada a discussão de que os estudantes precisam ter **conhecimento dos conteúdos formalizados**, como ilustram as US abaixo:

*“[...] estamos numa era muito de fake News, estamos numa era muito de informações distorcidas, estamos numa era de que as informações chegam mas de forma completamente diferentes. Então [...] não adianta eu, eu chegar para um aluno, falar sobre fármacos, falar sobre drogas, falar sobre plantas medicinais, mas não dá nenhuma base, nenhum sustento pro aluno entender o assunto, pelo menos ter uma ideia do que se trata [...].” (E1ES6, grifo nosso)*

*“Eu acho que como professora eu não seria tão simplista assim. Usaria termos científicos na sala de aula. [...] Uma linguagem mais científica também. É... tomaria cuidado com o uso de analogias. [...] Porque eu acho que é necessário. Vai que tem um cientista ali que quer ser, que tem um sonho de ser cientista. E muitas vezes a escola é muito simplista, ela não usa termos científicos, entendeu? Até porque o aluno, já é difícil ele compreender essa parte básica de maneira simples, imagine se a gente usar termos científicos né. Mas eu acho que eu não seria tão simplista, eu seria os dois.” (E3E57)*

Mori e Massi (2021) defendem que o conhecimento científico formalizado sustentam a educação escolar e que a dicotomia que há entre ensinar ciências e ensinar para a vida é falsa, posto que as abordagens não se excluem, mas complementam-se. Considerando as discussões anteriores, na qual demonstrou-se que os licenciandos também contemplam currículos voltados à multidimensionalidade dos fenômenos, bem como apresentam orientações de ensino inclinadas à construção de conhecimentos atitudinais, dentre outros aspectos, pode-se afirmar que os licenciandos partilham dessa concepção discutida pelos autores.

Com isso, observou-se que os licenciandos demonstraram constante preocupação em trabalhar os níveis de representação da química, de modo a mitigar a dificuldade de assimilação dos conteúdos da matéria por meio da abordagem dos conceitos desde o campo abstrato até sua contextualização no mundo real. Neste sentido, foram apontados como fatores que poderiam incentivar o interesse e motivação na aprendizagem dos conteúdos a aproximação dos mesmos à realidade, enquanto forma de conectar o assunto da disciplina às situações concretas vivenciadas na sociedade, a adaptação da linguagem e a diversificação das formas de aprendizagem. Por fim, as equipes também demonstraram a concepção de que os estudantes têm a necessidade de aprender os conteúdos formalizados, uma vez que essa formação complementa o desenvolvimento de adequada leitura de mundo.

Neste ponto, finaliza-se a discussão acerca dos conhecimentos docentes mobilizados ao longo das atividades da metodologia IIR e que foram aqui identificados por meio da ATD. Percebeu-se a mobilização das cinco categorias que compõem a base de conhecimentos docentes, segundo o modelo de Park e Chen (2012), o que dá indícios sobre o potencial da atividade formativa investigada para formação de professores, pois além de propiciar a mobilização dos conhecimentos docentes, também subsidia oportunidades

para o desenvolvimento dos mesmos por meio da construção de momentos em que os licenciandos puderam refletir e debater sobre aspectos relativos ao ensino de ciências.

Ainda, ressalta-se que a nossa identificação dos conhecimentos mobilizados atentou para os componentes que constituem cada um deles, nos quais as subcategorias produzidas foram encaixadas, o que forneceu um nível mais aprofundado de discussão acerca das implicações da atividade investigada sobre a formação docente dos participantes da pesquisa. À exceção de dois componentes, sendo eles “Tomada de decisão no ensino” referente às Orientações para o ensino de ciências e “Equívocos” que compõe o Conhecimento da compreensão de ciências pelos estudantes, todos os demais conhecimentos e seus constituintes foram contemplados em nossa análise.

É relevante notar que os dois componentes não identificados, cuja mobilização pode, conseqüentemente, não ter sido feita pelos licenciandos ao longo das atividades, têm um carácter prático muito marcante. Ora, é por meio da interação direta com os estudantes que se pode ter acesso aos erros conceituais mais comuns que eles apresentam. Na sala de aula se encontra um ambiente frutífero para tomada de decisões, tendo em vista à dinâmica dos elementos que a compõem, como o nível de domínio teórico dos estudantes sobre determinado assunto, o comportamento da turma (participação dos estudantes na aula, atenção à instrução, etc), a estrutura material disponível para realização de atividades, dentre outros fatores que influenciam na atuação do professor.

Com isso, acredita-se que esses conhecimentos podem não ter sido mobilizados pela falta de momentos práticos de instrução na atividade formativa. Lacuna esta ocorrida em função do tempo e contexto de execução da pesquisa, mas que aqui discute-se a fim de sinalizar aos futuros trabalhos da área para que planejem contemplar atividades práticas de instrução, fornecendo aos licenciandos oportunidades de trabalhar em sala de aula e atuar diretamente com estudantes da educação básica, de modo que possam mobilizar e/ou desenvolver sua base conhecimentos docentes de forma integral.

### 3.1.2 Categorias emergentes de conhecimentos docentes

Como visto anteriormente, os conhecimentos docentes propostos por Park e Chen (2012) enquanto componentes do PCK abarcam cinco categorias, sendo elas: orientações para o ensino de ciências; conhecimento de avaliação da aprendizagem em ciências; conhecimentos das estratégias de instrução para o ensino de ciências; conhecimento da compreensão em ciências dos estudantes; e conhecimento do currículo de ciências. O modelo abarca também categorias que referem-se aos componentes de cada conhecimento.

As categorias discutidas a partir desta seção foram produzidas tendo este modelo como norte teórico, no qual os diferentes conhecimentos docentes atuaram como sistema de classificação. Porém, em alguns aspectos da análise, tal classificação não mostrava-se próximas e/ou contemplativas das interpretações e significados produzidos a partir do *corpus*, fazendo saltar a necessidade de produção de novas categorias que pudessem refletir os conhecimentos docentes e componentes de conhecimentos identificados. De acordo com Moraes e Galiazzi (2016), esta parte da análise caracteriza-se como indutiva, na qual se realiza um exercício constante de comparação e contraste entre as US, organizando-as em categorias emergentes que vão, por fim, complementar ou reorganizar o sistema teórico de classificação até então estudado.

A partir deste movimento, foram produzidas novas categorias referentes ao Conhecimento de currículo em ciências que, em seu lugar, conduzem a ricas reflexões no que tange à formação de professores de ciências. O quadro abaixo apresenta estas novas categorias produzidas:

**Quadro 9** - Novos componentes do Conhecimento de currículo em ciências produzidos a partir da análise indutiva.

Subcategorias	Novo Componente de Conhecimento	Conhecimento Docente (a priori)
Ensino de química através de temas sociocientíficos	Conteúdo (CCC)	CURRÍCULO
Conhecimento químico		
Manifestação concreta		
Abordagem metacientífica		
Atravessamento social	Geral (CCG)	

Multidimensionalidade dos fenômenos
Reflexão sobre a realidade
Discernimento político de um tema
Leitura do mundo histórico real
Territorialização
Problemas Socioeducacionais

**Fonte:** elaborado pela autora.

Em relação ao Conhecimento de Currículo, buscou-se resgatar o ênfase ao conhecimento que o professor possui acerca dos assuntos de sua disciplina em termos paradigmáticos da ciência, tal como ilustrado particularmente no novo subcomponente proposto, de Conteúdo. Porém, não restringindo-se neste aspecto, a análise abarcou também o conhecimento que o professor possui das outras manifestações pelas quais o currículo de sua disciplina se expressa, elucidado em nossa proposta como Currículo Material.

A iniciar pelo novo subcomponente do Conhecimento de Currículo, Conteúdo, a subcategoria denominada **ensino de química através de temas sociocientíficos**, já discutida anteriormente como conhecimento de Estratégias instrucionais para o ensino de ciências – ver página 99 -, adquiriu um novo significado ao ser percebida nas reflexões dos licenciandos também como uma forma de conceber o conteúdo de química no cerne de discussões sobre questões sociocientíficas. Neste sentido, a equipe FÁRMACOS refletiu sobre “*Quais princípios disciplinares podem estar relacionados com o tema FÁRMACOS?*” (E1R1CL1) e inseriu o tema como conteúdo do plano de aula, integrando a QSC aos conceitos científicos relacionados, como pode ser visualizado na US abaixo:

*“Conteúdo de Aula: FÁRMACOS • O que são? • Principais FÁRMACOS • Efeitos deles no nosso organismo • Funções orgânicas • Revisão das principais funções orgânicas • Exercícios envolvendo a identificação”*  
(E1PL)

O **conhecimento químico** sustenta o subcomponente Conhecimento de Conteúdo, pois propõe um resgate desta categoria que mostra-se implícita no modelo de Park e Chen (2012), mas que merece um ênfase tal como os demais conhecimentos docentes, levando em consideração o papel que os

conceitos científicos representam para a formação dos indivíduos. O conhecimento ensinado na escola, dito padronizado ou disciplinar, é de elementar importância pois por meio deles são compartilhadas representações de um mundo comum, através das quais é possível se comunicar e atuar ativamente em sociedade, o que culmina em uma certa socialização no mundo histórico e real (FOUREZ, 1997). Reforçando este ponto, Mori e Massi (2021) relembram a concepção dos conhecimentos científicos enquanto elementos culturais produzidos historicamente e coletivamente pelos homens, exaltando sua contribuição para o processo de humanização mediado pela escola.

Esse caráter histórico do conhecimento científico, diretamente relacionado à produção dos/para os homens, pode ser observado nas seguintes US:

*“[...] É interessante notar que a regulamentação das emissões por meio de Resoluções do CONAMA permite atualizar com facilidade o seu conteúdo, atualização esta necessária em vista da rápida evolução tecnológica e científica por que passa o mundo atual. Parâmetros perfeitamente aceitáveis há dez anos, hoje podem ser considerados prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. Um exemplo são alguns dos gases causadores de efeito estufa, como o CO<sub>2</sub> (gás carbônico) até pouco tempo considerado inofensivo e, atualmente, um dos vilões do aquecimento global.” (E6R1L2)*

*“As mudanças climáticas são um dos maiores desafios da sociedade atual. Considera-se mudança climática quando há alterações provocadas nos padrões climáticos a longo prazo. Essas alterações podem ocorrer de forma natural (causas naturais) ou pela ação do homem (causas antrópicas). Podemos citar alguns exemplos de ações humanas como queima de combustíveis fósseis, desmatamento das florestas, emissão de gases poluentes na atmosfera através de indústrias e automóveis, poluição do solo etc. A região Nordeste do estado do Amazonas poderá apresentar um aumento de 5°C graus na temperatura e uma redução de até 25% no volume de chuvas nos próximos 25 anos. Esta informação faz parte de uma pesquisa para a região Norte do país, que identificou a vulnerabilidade à mudança do clima em 62 municípios localizados na região Amazônica. Coordenado pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Diante dessa realidade, de que forma as mudanças climáticas da Região Amazônica afetam a vida dos estudantes amazonenses?” (E4F1SP)*

Daí infere-se que os conteúdos passaram por um crivo de reflexão, por meio do qual os licenciandos buscaram valorizá-los enfatizando suas relações com problemáticas e situações do mundo atual. As US abaixo fortalecem essa concepção:

### **"3. CONTEÚDO DA AULA**

- *Propriedades dos gases*
- *Fenômenos gasosos e modelos*

- *Grandeza do estado gasoso: pressão, volume e temperatura e suas unidades.*
- *Propriedades dos gases: compreensibilidade dos gases, difusão dos gases, expansibilidade, modelos do comportamento dos gases e teoria cinética dos gases.*
- *Comportamento dos gases " (E6PLC)  
"Quais são as propriedades químicas nas substâncias, que caracterizam, o sabor, o aroma e prolongamento da conservação dos produtos industrializados? (Conteúdo Química)" (E3R1CL1)*

Neste sentido, o posicionamento que os licenciandos deram aos conhecimentos da química foi interpretado como forma de valorização do Conteúdo na base de conhecimentos docentes, o que reforça a necessária permanência explícita deste conhecimento ao lado dos demais domínios. Vale ressaltar que o Conhecimento de Conteúdo foi um dos primeiros apresentados como componente da base, ao lado do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) e do Conhecimento Curricular, na proposta de Shulman (1986) e, mais tarde, sendo mantido no modelo da base juntamente com Conhecimento Pedagógico Geral, Conhecimento dos Contextos Educacionais, dentre outros (SHULMAN, 1987).

Para apresentar a próxima subcategoria produzida, a qual ao lado das demais embasou a criação/resgate do subcomponente Conhecimento de Conteúdo, se persistirá nos escritos de Shulman (1986), que há muito mostrava-se assertivo quanto aos conhecimentos docentes que compõem e/ou deveriam compor a formação profissional dos professores. De acordo com o autor,

Os professores devem não apenas ser capazes de definir para os alunos as verdades aceitas em um domínio. Eles também devem ser capazes de explicar por que uma proposição específica é considerada justificada, por que vale a pena conhecer e como ela se relaciona com outras proposições, tanto dentro da disciplina quanto fora dela, tanto na teoria quanto na prática" (SHULMAN, 1986, p. 9, tradução livre).

Com isso, defende-se que o professor deve ser capaz de reconhecer nos conceitos científicos o seu caráter legítimo, e ao mesmo tempo deve procurar identificar as relações que eles mantêm com outras dimensões dentro da disciplina e para além dela, conhecendo-os tanto na forma abstrata desenvolvida pelo paradigma da ciência na qual formou-se para lecionar, mas percebendo-os também na sua **manifestação concreta**. Este domínio foi demonstrado pelos licenciandos ao refletirem sobre os atores (indivíduos,

grupos sociais, instituições, etc) relacionados ao tema em questão, como pode-se perceber na seguinte US:

*“A ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, define várias legislações e regras para o uso de aditivos alimentares, prescrevendo um uso seguro e responsável deles. O uso de aditivos é permitido pelo Decreto nº 55.871 de 26/03/1965. Neste mesmo decreto, estão categorizadas 11 tipos de aditivos – como conservantes, corantes, antioxidantes etc.” (E3R1L1)*

Acima, a equipe Aditivos Alimentares identificou uma instituição que, por meio da aplicação de conhecimentos científicos, possui relevante poder de decisão acerca de questões que incidem sobre toda a sociedade, como no caso da alimentação. Cientes desse reflexo do conteúdo em discussões práticas e, sobretudo, políticas, esta mesma equipe traçou como objetivos de aprendizagem o engajamento dos estudantes para uma alimentação mais saudável, tanto pessoal quanto coletiva, a ser alcançado por meio do domínio e disseminação de conhecimentos científicos:

*“Identificar quais as substâncias presentes nos produtos industrializados e da discussão do tema, obter uma solução de qual é melhor forma ou caminho para termos esse cuidado com a saúde, como melhorar a alimentação no nosso dia a dia, e produzir uma crítica final, que servirá como forma de conscientização, será o feedback para avaliar como está o desempenho, desenvolvimento, e a construção do conhecimento dos alunos.” (E3PLO)*

A equipe Agrotóxicos também demonstrou este mesmo entendimento do conteúdo, planejando conduzir os estudantes para apreensão do mesmo ao nível atitudinal e social, tal como pode ser observado na US abaixo:

*“Objetivo Geral: Adquirir conhecimentos científicos relativos aos agrotóxicos. Relacionar os fundamentos teóricos aos fenômenos do cotidiano e aplicá-los para a elaboração de propostas de intervenção na sua realidade social. Objetivos específicos: [...] \* Conhecer os tipos de agrotóxicos e sua formação. \* Entender a necessidade dos agrotóxicos para a sociedade. \* Relacionar pH e pOH dos agrotóxicos. \* Compreender as aplicações de uma solução. \* Prever o caráter ácido-básico de uma solução. \* Conhecer a sistemática dos processos de formação dos diferentes agrotóxicos. \* Conhecer o princípio químico de funcionamento dos agrotóxicos.” (E2Q1P3, grifo nosso)*

Morin (2000) denomina de percepção global esta forma de apreender o conhecimento científico, cujo pensamento aspira à complexidade. Com isso, o objetivo não é esgotar todas as informações acerca de um fenômeno, posto que um dos princípios do pensamento complexo é a incompletude e incerteza, mas sim respeitar as diversas dimensões pelas quais um fenômeno se apresenta, reconhecendo nele outros aspectos para além daqueles que a ciência desenvolve, tais como sociais, econômicos, culturais, etc. Abaixo,

apresenta-se trechos dos materiais produzidos pelos licenciandos em que eles demonstram essa percepção global. Discorrendo sobre os conteúdos a serem trabalhados, as equipes listam tópicos para além do domínio teórico, relacionados à saúde e meio ambiente (E2PLC), e para além da disciplina (E5Q1P1):

*“Conteúdo da Aula: Agrotóxicos  
Educação ambiental  
Agrotóxicos no Brasil: Impactos na Saúde e no meio ambiente  
Os agrotóxicos e os danos ambientes” (E2PLC)  
“Sociologia: problemas sociais causados pelo uso de drogas  
Geografia: impactos ambientais da produção de drogas.  
Biologia: efeitos das drogas no organismo.  
Língua Portuguesa: Interpretação de texto, elaboração de textos.  
Química: conhecer as fórmulas estruturais dos compostos, indicar as funções orgânicas.” (E5PLC)*

Ainda elucidando a subcategoria sobre manifestação concreta do conteúdo, nos excertos abaixo percebe-se a inclinação dos licenciandos em fazer com que os estudantes reflitam e identifiquem as relações do conteúdo com situações reais:

*“1- Depois da atividade, iremos apresentar qual grupo respondeu melhor as alternativas e antes de finalizar as aulas, deixarei uma pergunta falando sobre: “O QUE SÃO FÁRMACOS” e pedirei para trazerem bulas de remédio [...], principalmente na parte composição, quais eles conhecem, e tentarem responder a pergunta que ficou no quadro 2- Logo depois, explicarei através de uma apresentação simples sobre o que são fármacos, quais são os mais utilizados e os efeitos na melhora das mais variadas doenças 3- E antes de finalizar esse momento, perguntarei deles qual o papel do nosso conteúdo apresentado nesse assunto” (E1PLE, grifo nosso)  
“AULA 6 Momento 1 Impactos das mudanças climáticas em nossa região [...] 5. Após esse momento de compartilhamento de opiniões, mostrar a última notícia selecionada sobre a cheia de 2021 relacionada às mudanças climáticas; 6. Questionar os alunos sobre essas mudanças: “Quais as relações que você percebe entre as grandes cheias, secas e aumento de temperatura em nossa região com as mudanças climáticas? [...]” (E4PLE, grifo nosso)*

A partir disso, interpreta-se que os licenciandos não somente perceberam as diferentes dimensões pelas quais o conteúdo se manifesta, como também compreenderam que podem desenvolver este domínio nos estudantes. Fourez (1997) entende essa percepção como uma competência, que chamou de “uso correto das caixas pretas”, e discorre que ela é um dos critérios para considerar alguém alfabetizado científica e tecnologicamente. Conforme o autor, a capacidade de saber quando é interessante ou não se aprofundar em determinado conteúdo precisa ser efetivamente ensinada, mas antes de tudo precisa ser concebida como um conhecimento ensinável pelos

professores de ciências. Neste sentido, entende-se que trata-se de um conhecimento docente que precisa ser reconhecido e desenvolvido pelos professores em formação, o que reforça a proposição do subcomponente de Conteúdo dentro do Conhecimento de Currículo.

De acordo com Silva e Martins (2018), faz-se importante que os futuros professores saibam quais conhecimentos docentes devem desenvolver ao longo de sua formação para que sejam capazes de identificar, refletir e preencher lacunas que porventura possam ocorrer nela. Isto posto, os autores advogam pela inserção do construto teórico PCK na formação inicial de professores, particularmente com enfoque no Conhecimento Pedagógico do Conteúdo sobre a Natureza da Ciência (PCK/NdC). Este conhecimento específico trata do domínio dos professores para o ensino de conteúdos metacientíficos, os quais centram-se na compreensão do que é a ciência, como o conhecimento científico é produzido, como os cientistas atuam em grupos sociais, dentre outros aspectos referentes à História, Filosofia e Sociologia da Ciência.

A **abordagem metacientífica** se fez presente em algumas reflexões dos licenciandos, em que eles mostraram-se preocupados em desenvolver o conteúdo a partir da retomada da história de sua produção, ou ainda abordando a história da ciência, particularmente da Química, tal como pode ser observado na US abaixo:

*“Unidades de conteúdos que podem ser trabalhados são, notação e nomenclatura química, história do átomo, tabela periódica, ligações químicas, soluções, equilíbrio químico, compostos orgânicos, funções orgânicas e reações orgânicas, educação ambiental, extinção de espécies, história da química.” (E2Q1P1)*

Capítulos e episódios da história da ciência são uma saída eficiente para abordar conteúdos metacientíficos em sala de aula, conforme aponta a revisão de Silva (2020). Todavia, embora tenha sinalizado a possibilidade de trabalhar o conteúdo da história da ciência, esta equipe não desenvolveu a ideia em seu plano de aula, uma vez que não constam, dentre os conteúdos ou estratégias de ensino definidas, aspectos relativos à abordagem metacientífica.

Discorrendo sobre o rápido avanço da produção de conhecimento científico e tecnológico, a equipe Poluição Atmosférica produziu reflexões que delineiam uma compreensão sofisticada sobre a ciência, particularmente sobre suas relações com aspectos epistemológicos e sociológicos:

*“[...] É interessante notar que a regulamentação das emissões por meio de Resoluções do CONAMA permite atualizar com facilidade o seu conteúdo, atualização esta necessária em vista da rápida evolução tecnológica e científica por que passa o mundo atual. Parâmetros perfeitamente aceitáveis há dez anos, hoje podem ser considerados prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. Um exemplo são alguns dos gases causadores de efeito estufa, como o CO<sub>2</sub> (gás carbônico) até pouco tempo considerado inofensivo e, atualmente, um dos vilões do aquecimento global.” (E6R1L2)*

Ao final, os licenciandos apresentam um exemplo do avanço da ciência e tecnologia, demonstrando que além de possuírem uma boa compreensão sobre aspectos relativos à NdC, também sabem como construir uma abordagem sobre o assunto. Conhecer bem os conteúdos metacientíficos e ter o arcabouço de conhecimentos pedagógicos (exemplos, demonstrações, metodologias, dentre outros) necessários para ensiná-los são domínios que o professor de ciências deve possuir para facilitar a aprendizagem (SILVA, 2020).

Seguindo a explanação da análise sintetizada no quadro 9, o próximo subcomponente proposto para o Conhecimento de Currículo consiste no Currículo Geral. Antes de discutir as bases empíricas, tem-se a necessidade de destacar o embasamento teórico que norteou a denominação desta categoria. O termo ‘Geral’ utilizado para especificar o tipo de currículo para o qual as subcategorias produzidas convergem, remete à Inteligência Geral discutida por Morin (2018; 2011) e anteriormente comentada no quadro referencial deste estudo. De acordo com o autor,

O conhecimento, ao buscar construir-se com referência ao contexto, ao global e ao complexo, deve mobilizar o que o conhecedor sabe do mundo. [...] Dessa maneira, há correlação entre a mobilização dos conhecimentos de conjunto e a ativação da inteligência geral. A educação deve favorecer a aptidão natural da mente em formular e resolver problemas essenciais e, de forma correlata, estimular o uso total da inteligência geral (MORIN, 2011, p. 36-37).

Assim, entendendo que a mobilização de conhecimentos parte de um currículo, advoga-se pela existência e/ou construção de um Currículo Geral que, levando em consideração um conjunto de aspectos a serem trabalhados (o contexto, o global, o multidimensional e o complexo), contribua para o pleno desenvolvimento intelectual dos indivíduos. Além disso, a ideia de uma formação voltada para apreensão dos distintos aspectos que compõem o mundo, proporcionando aos indivíduos um certo nível de emancipação, é a base da ACT defendida por Fourez (1997). Nela, se considera relevante trabalhar tanto a ciência dura quanto a ciência social, por meio da abordagem

do ambiente material, mas também das situações emocionais, sociais, éticas e culturais (ibid).

A primeira subcategoria do conhecimento de Currículo Geral a ser apresentada trata do **atravessamento social**, em que se destaca a compreensão dos licenciandos sobre as implicações e relações que o conteúdo trabalhado tecia - ou que se podia tecer - para com as questões sociais. Para as equipes, o conteúdo perpassa pelo aspecto social ao se mostrar inserido e presente na sociedade, no cotidiano das pessoas:

*“Podemos definir como atores também a sociedade em geral, já que o tema fármacos está inserido em diversos aspectos da sociedade.”*  
(E1R1L1)

*“Por que não se trabalhar os prejuízos que o consumo excessivo dos produtos industrializados causam para a saúde, na aula de Química? Apesar das dificuldades técnicas/materiais em muitas escolas para o ensino de conteúdos na prática, é importante a ressalva de que aditivos fazem parte do cotidiano de todos, o aprendizado sobre o assunto é importante para o consumo consciente, a forma que estes elementos estão inseridos na alimentação, a produção e os malefícios”* (E3F1SP)

Infere-se também que, por identificarem essa presença social dos conteúdos, os licenciandos assumem o espelhamento do mesmo na percepção das pessoas, tal como demonstrado no seguinte excerto *“Que percepção a comunidade tem sobre o tema?”* (E2R1CL5). Assim, além de conhecerem os possíveis diálogos que podem ser feitos entre o conteúdo e situações concretas, demonstra-se consciência de que a opinião, experiência e percepção de mundo dos indivíduos devem ser consideradas. Neste sentido, ao perceber o atravessamento social do conteúdo, o (futuro) professor mune-se de um currículo que contempla os conhecimentos científicos, ao passo que facilita a construção de significados para os mesmos.

Os excertos abaixo retratam outra percepção demonstrada pelos licenciandos acerca dessa subcategoria, na qual demonstram uma atenção aos problemas da sociedade, em que são identificadas as consequências e riscos relacionados ao fenômeno que o conteúdo se refere:

*“Objetivo Geral: Conhecer mais sobre o universo dos fármacos utilizando-os para conscientizar sobre os perigos da automedicação, e também a aprendizagem de conceitos básicos de química orgânica”*  
(E1PLO)

*“[...] Questionar de forma reflexiva o consumo excessivo dos aditivos, no contexto social; Compreender o uso dos aditivos e sua importância;*

*Identificar os aditivos mais utilizados atualmente e suas propriedades, contextualizar a abordagem do ensino com a realidade da turma, ambiente social, familiar etc." (E3PLO)*

*"Objetivo geral: - Compreender melhor o problema do uso de drogas no ambiente escolar, estimulando a conscientização dos estudantes sobre os riscos da dependência química, apontando estratégias de prevenção para evitar o consumo, influenciando de forma positiva o não uso das drogas, entendendo a relação da química com a temática [...]." (E5PLO)*

A mediação de problemas no processo de ensino-aprendizagem foi um dos temas desenvolvidos na tese de Ruas (2017), em que a autora defende uma maior atenção na formação de professores para o conceito de Problematização, dentre outros como Contextualização e Interdisciplinaridade, de modo a proporcionar subsídios teóricos e metodológicos para que o (futuro) professor promova atividades com tais características quando estiver em exercício. Ao falar de Problematização, a autora traz as bases teóricas de Paulo Freire, em que o ato de problematizar parte da experiência existencial do estudante e tem como objetivo promover nele uma atitude reflexiva e crítica diante de sua realidade.

É válido notar que o conhecimento de currículo geral ocorre como um elemento de avaliação em algumas provas de seleção de professores, em que se avalia, dentre os conhecimentos de conteúdo, pedagógicos, de língua portuguesa, e outros, os conhecimentos gerais dos candidatos. Investigando qual base de conhecimentos docentes, para professores de Química, os concursos públicos vêm priorizando, Andrade (2017) aponta que os conhecimentos específicos de química - correspondente ao conhecimento de conteúdo anteriormente resgatado -, foram os mais cobrados nas provas, enquanto os conhecimentos gerais e de contexto escolar compuseram os menos avaliados. Isto configura um indicador do que tem-se valorizado nos processos de seleção de professores de química, em que percebe-se uma priorização do conhecimento específico da área em detrimento de conhecimentos correspondentes ao subcomponente aqui proposto.

Como abordado anteriormente, considera-se importante a valorização do conhecimento científico no ensino, porém, ressalta-se a necessidade que ele seja desenvolvido em diálogo com as experiências, o conhecimento prévio e as situações cotidianas dos indivíduos. Assim, se tece aqui uma crítica à avaliação desproporcional que se faz dos conhecimentos docentes nas provas,

ao passo que se vai em defesa da maior valorização do conhecimento de currículo geral, pelo subsídio que este proporciona ao (futuro) professor na promoção de um ensino mais próximo dos indivíduos porque atento à dimensão social de suas vidas. Andrade (2017), por sua vez, também critica os exames, advogando que estes deveriam avaliar mais os conhecimentos docentes relacionados à sala de aula e ao ato de lecionar química, por meio da aplicação de mais questões que cobrassem o conhecimento pedagógico de conteúdo dos candidatos aos cargos de professores.

A **multidimensionalidade dos fenômenos**, subcategoria anteriormente discutida dentro do conhecimento de currículo horizontal – ver página 71 -, será aqui interpretada a partir de uma nova ótica, em que as dimensões superam as ciências disciplinares e alcançam outros aspectos e representações do mundo. Esse reconhecimento foi demonstrado pelas equipes por meio do levantamento das distintas relações, interesses e problemas que o conteúdo trabalhado por eles mantinha:

*“Em relação à economia, podemos levantar que dependendo do remédio, o mesmo pode ou não ser custeado pelo indivíduo, sendo assim nem sempre é garantido que uma determinada pessoa que necessite de tratamento tenha condições de pagar por ele.” (E1R1L3)*

*“Interesses econômicos, pois o agronegócio é muito importante na economia do país. As tensões estão muito voltadas para os impactos ambientais que o uso dos agrotóxicos trazem, e para o envenenamento da população.” (E2R1L3)*

*“Pelo lado biológico todos temos consciência de que os produtos naturais são muito mais benéficos para o nosso corpo, ainda sim muitas vezes optamos pelos produtos industrializados carregados por conservantes, aromatizantes entre outros, e um dos principais motivos dessa escolha é o custo, que se comparado a frutas e legumes, produtos naturais, os enlatados são mais baratos e práticos. Interligando isso a educação é importante que assuntos de saúde estejam mais presentes durante o período escolar, a começar desde as crianças, para que seja formada uma sociedade ciente e que tenha conhecimento sobre alimentação e saúde.” (E3R1L4)*

Como pode ser observado, as equipes Fármacos e Aditivos Alimentares (excertos E1R1L3 e E3R1L4, respectivamente) discutiram aspectos econômicos que envolvem a vida material dos indivíduos e que influenciam diretamente seus aspectos de saúde. A equipe Agrotóxicos destacou a importância econômica de setores que apresentam impactos ambientais (E2R1L3).

*“Um dos problemas encontrados que contribuem para as mudanças climáticas, são o desmatamento realizado por grandes fazendeiros em nosso país. Além do desmatamento, pode-se citar as queimadas*

*de grandes áreas para utilização agrícola. Falta de punição efetiva para os responsáveis de crimes ambientais deste gênero” (E4R1L3)*

*“Fácil acesso às drogas lícitas e ilícitas. - Permissividade em relação a algumas drogas - Falta de oportunidades socioeconômicas para a construção de um projeto de vida” (E5R1L3)*

*“Objetivo geral: Conscientizar os alunos sobre as questões sobre a poluição atmosférica e identificar formas de diminuição dos índices da mesma.*

*[...] Objetivo específico: Ensinar os conceitos de gases relacionando-os com os problemas de poluição atmosférica.” (E6Q1P3)*

As equipes Mudanças Climáticas e Drogas (E4R1L3 e E5R1L3, respectivamente) identificaram problemas relativos à diferentes dimensões (ambientais, políticas, sociais, econômicas) com os quais os temas relacionavam-se. Também abordando sobre problemas – ambientais, neste caso -, mas a partir do entendimento do fenômeno químico em foco, a equipe Poluição Atmosférica demonstra o reconhecimento e articulação de dimensões concretas e disciplinares do conteúdo (E6Q1P3).

Além disso, notou-se o reconhecimento de **problemas socioeducacionais**, especialmente pela equipe Drogas, que discutiu as interseções entre o conteúdo e a realidade dos estudantes no que tange à vulnerabilidade social, à exposição e consumo de drogas e os impactos desse problema sobre a formação e desenvolvimento dos indivíduos. Como pode ser observado nas US abaixo, a equipe promoveu essa discussão desde a definição da situação-problema até a elaboração do plano de aula, indicando uma reflexão aprofundada no assunto:

*“[...] Com isso surgem alguns questionamentos sobre a presença das drogas na escola e com base nas discussões e reflexões do grupo propomos a situação problema: O que as drogas podem oferecer para os jovens, e como deve ser abordado o tema drogas no Ensino Médio?” (E5F1SP)*

*“Quais as razões que levam uma pessoa a usar drogas? Por que isso está cada vez mais frequente no âmbito escolar?” (E5R1CL7)*

*“Objetivo geral: - Compreender melhor o problema do uso de drogas no ambiente escolar, estimulando a conscientização dos estudantes sobre os riscos da dependência química, apontando estratégias de prevenção para evitar o consumo, influenciando de forma positiva o não uso das drogas, entendendo a relação da química com a temática.[...]” (E5PLO)*

O conhecimento de currículo geral também se manifestou por meio da **reflexão sobre a realidade** empreendida de distintas maneiras pelos licenciandos. A equipe Agrotóxicos, por exemplo, sintetizou reflexões na sua situação-problema:

*“Apesar dos benefícios para a agricultura, os agrotóxicos são extremamente nocivos para os seres vivos e podem desencadear a contaminação e poluição do ambiente em que vivemos, por isso é*

*muito importante que a população esteja bem informada sobre o tema, por ser um assunto que pode ser intervindo por qualquer cidadão através de sua opinião e escolha, tendo a consciência de qual alternativa é a melhor para si próprio, para sociedade e ambiente, então por que esse assunto não é tratado com mais destaque nas escolas?" (E2F1SP)*

Tal como se observa, a equipe discorre sobre a importância de promover o acesso e domínio do conteúdo por parte dos indivíduos, de modo que eles se tornem autônomos nas decisões que dizem respeito ao bem estar coletivo e individual. Essa forma de refletir sobre a relevância e aplicação do conhecimento científico mostra-se alinhada aos critérios da ACT discutidos por Fourez (1997a; 1994), especificamente o de bom uso da articulação entre saberes e decisões.

De acordo com Oliveira (2020), a formação reflexiva é o principal aspecto que deve ser trabalhado na formação de professores de Química para que estes sejam capazes de promover a ACT quando estiverem exercício. Assim, corrobora-se com a autora quando ela coloca que o professor reflexivo elabora questionamentos sobre a natureza do que ensina, perpassando – dentre outros pontos - pelas questões sociais, políticas e históricas pelas quais o conteúdo foi e é desenvolvido.

Outra maneira pela qual os licenciandos pensaram o currículo refletindo sobre a realidade foi questionando-se em busca de sentidos que poderiam ser atrelados aos conhecimentos científicos em discussão:

*"As mudanças climáticas são um dos maiores desafios da sociedade atual. [...] A região Nordeste do estado do Amazonas poderá apresentar um aumento de 5°C graus na temperatura e uma redução de até 25% no volume de chuvas nos próximos 25 anos. Esta informação faz parte de uma pesquisa para a região Norte do país, que identificou a vulnerabilidade à mudança do clima em 62 municípios localizados na região Amazônica. Coordenado pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Diante dessa realidade, de que forma as mudanças climáticas da Região Amazônica afetam a vida dos estudantes amazonenses?" (E4F1SP, grifo nosso)*

Entende-se que a apreensão da realidade escolar e social como ponto de partida para discussão do assunto também configurou-se como uma reflexão sobre a realidade realizada pelos licenciandos, tal como ilustrada no excerto abaixo, por meio da qual todo um programa curricular pode ser desenvolvido.

*"- Conversar abertamente sobre assunto e os problemas que o uso de drogas pode causar na saúde e nas relações sociais; [...] Elaboração e implementação de metodologias que facilite a compreensão crítica dos alunos sobre o tema; [...] - Elaboração e*

*coordenação de programas e políticas com o objetivo de reduzir a violência e a criminalidade dentro da escola - Diagnosticar e tratar os transtornos causados pelas drogas nos adolescentes - Identificação de situações que envolvam os adolescentes que estejam vivenciados violação de direitos” (E5R1L4)*

Como se configurasse um efeito da reflexão sobre a realidade, percebeu-se também o **discernimento político de um tema** que os licenciandos realizaram, enriquecendo assim o conhecimento de currículo geral com percepções ampliadas dos conhecimentos científicos. Os aspectos políticos foram discutidos pelas equipes no que tange às implicações que um conteúdo apresenta para a vida em sociedade, e às relações de interesse e de poder com ele imbricadas. As US abaixo retratam estas discussões dos licenciandos:

*“Interesses econômicos, pois o agronegócio é muito importante na economia do país. As tensões estão muito voltadas para os impactos ambientais que o uso dos agrotóxicos trazem, e para o envenenamento da população.” (E2R1L3)*

*“Existem políticas públicas perceptíveis usadas para resolver a questão das mudanças climáticas no aspecto regional?” (E4R1CL4)*

*“Legislação e políticas públicas sobre drogas no Brasil” (E5R1L2)*

*“Listagem de bifurcações: • Monitoramento e fiscalização periódica das fontes poluidoras; • Incentivo para que as indústrias busquem agir de forma adequada, procurando sempre meios de agredir menos o meio ambiente; • Promover o reflorestamento de áreas degradadas e expansão de áreas verdes na cidade, como praças arborizadas, parques ecológicos e etc; • Implantação de sistema de transporte coletivo de qualidade, diminuindo assim a poluição causada pelos carros; • Incentivar e ensinar os alunos os alunos desde pequeno os malefícios que a poluição atmosférica causa na sociedade como um todo.” (E6R1L4)*

Abaixo destaca-se a situação-problema da equipe Agrotóxicos, que apresenta com clareza o discernimento dos licenciandos acerca das relações de poder que circundam o currículo escolar, em que se questiona os motivos pelos quais conteúdos com relevância social não são tão trabalhados:

*“Apesar dos benefícios para a agricultura, os agrotóxicos são extremamente nocivos para os seres vivos e podem desencadear a contaminação e poluição do ambiente em que vivemos, por isso é muito importante que a população esteja bem informada sobre o tema, por ser um assunto que pode ser intervindo por qualquer cidadão através de sua opinião e escolha, tendo a consciência de qual alternativa é a melhor para si próprio, para sociedade e ambiente, então por que esse assunto não é tratado com mais destaque nas escolas?” (E2F1SP, grifo nosso)*

Fourez (1997a; 1994) defendia que esse tipo de discussão deve ser parte fundamental da formação de professores de ciências, nas quais eles teriam a oportunidade de expressar e compartilhar suas opiniões, crenças e vivências acerca dos objetivos e do significado do ensino de ciências. Isto foi

levado em consideração, além dos pressupostos da pesquisa-ação, na proposta feita aos licenciandos para que conduzissem a situação-problema ao contexto do ensino de ciências, de modo a oportunizar distintos momentos de debate e reflexão sobre a práxis docente.

No que tange aos objetivos do ensino de ciências, as equipes demonstraram-se inclinadas a promover uma **leitura do mundo histórico real** por meio de discussões que, refletindo um currículo geral, preocupam-se em promover um entendimento de situações concretas do cotidiano e do mundo (E2PLE, E4PLC) e o reconhecimento de problemas (E5Q1P1, E4PLC):

*"Procedimentos: 1. Inicialmente, o (a) professor(a) apresentará o tema de agrotóxicos e danos ambientais, citando os prejuízos causados no ar, solo e na água. 2. Em seguida, o(a) professor fará uma reflexão sobre quais seriam e existem outras alternativas para substituir os agrotóxicos."* (E2PLE, grifo nosso)

*"CONTEÚDO DA AULA*

*Efeito estufa*

*Chuva ácida*

*Camada de ozônio*

*Aquecimento global*

*Impactos das mudanças climáticas na região amazônica*

*Maiores e mais recorrentes cheias e secas na região de Manaus*

*Aumento da temperatura na região"* (E4PLC, grifo nosso)

*"Sociologia: problemas sociais causados pelo uso de drogas*

*Geografia: impactos ambientais da produção de drogas.*

*Biologia: efeitos das drogas no organismo.*

*Língua Portuguesa: Interpretação de texto, elaboração de textos.*

*Química: conhecer as fórmulas estruturais dos compostos, indicar as funções orgânicas."* (E5PLC)

Tal como enfatizado nos últimos excertos, além de voltar-se para o reconhecimento de problemas existentes na atualidade e, mais ainda, nos contextos local e regional onde se inserem, os licenciandos consideraram abordar sobre as soluções para tais problemas. A equipe Mudanças Climáticas, por exemplo, traçou conteúdos para abordar sobre o problema no contexto da cidade de Manaus e da região amazônica (E4PLC), e planejou como atividade a elaboração de um texto dissertativo em que os estudantes refletiriam a respeito de atitudes que poderiam tomar para mitigar o problema das mudanças climáticas:

*"[...] Procedimentos:*

*[...] 3. Depois da explicação dos fatores que provocam as mudanças no clima, mostrar as consequências envolvidas na situação, associando aos exemplos mostrados na aula anterior (grandes e mais frequentes cheias e secas, aumento da temperatura);*

*4. Em seguida a este momento, questionar os alunos sobre os impactos causados por estas consequências: "De que forma os eventos de grandes cheias e secas impactam os moradores*

*ribeirinhos, em sua opinião?”. “Os mesmos impactos são sentidos na vida dos moradores da região metropolitana?”.*

*[...] 5. Finalizar esta temática com a escrita de um texto dissertativo pelos alunos. Como tema propõe-se o seguinte: “como posso contribuir com a redução das mudanças climáticas em minha região?”. Atividade individual para casa com entrega na aula seguinte.”*  
(E4PLE, grifo nosso)

Vale lembrar que a promoção de uma leitura do mundo histórico real é um dos alcances ao qual se propõe a ACT, culminando num certo grau de emancipação dos indivíduos pelo desenvolvimento de sua autonomia, comunicação e domínio para com o conhecimento científico (FOUREZ, 1997a, 1994). Com isso, ao passo que participaram de uma formação epistemológica em ACT, por meio da vivência na metodologia IIR, os licenciandos transferiram essa forma de conceber a ciência para sua práxis docente, mobilizando conhecimentos necessários para um ensino com tais características.

Neste sentido, corrobora-se com reflexões de recentes estudos sobre a formação de professores de ciências e o lugar que a alfabetização científica ocupa nela, em que se defende que os processos formativos docentes devem estar ancorados na concepção da ACT para que, posteriormente, essa formação seja desenvolvida em sala de aula, alcançando a comunidade estudantil (FONTOURA; PEREIRA; FIGUEIRA, 2020). De acordo com os autores,

as propostas de formação precisam abordar as problemáticas socioambientais integrando-as com reflexões sobre a escola, na escola e para a escola, desfazendo certezas e clarificando percepções, semelhante ao processo de alfabetização científica desejado para os discentes (FONTOURA; PEREIRA; FIGUEIRA, 2020, p. 115).

Entende-se que os profícuos debates protagonizados pelos licenciandos, a partir das QSC e das reflexões para o ensino de ciências, mediados pela metodologia IIR, alinham-se a este modelo de formação de professores de ciências e traçam formas pelas quais ele pode ser posto em prática.

Destacou-se, na subcategoria anterior, de leitura do mundo histórico real, a articulação que os licenciandos fizeram do conteúdo com aspectos próximos à realidade na qual eles e seus futuros discentes se inserem. Com isso, percebe-se a organização e construção do currículo geral a partir de um

processo de **territorialização**, em que se dimensiona a abordagem do conteúdo em termos das relações que ele estabelece com o espaço e com os indivíduos. A equipe Agrotóxicos demonstrou preocupação em situar o assunto nesta direção, considerando a expressão a nível nacional pela qual ele se faz presente:

*"Conteúdo da Aula: Agrotóxicos  
Educação ambiental  
Agrotóxicos no Brasil: Impactos na Saúde e no meio ambiente  
Os agrotóxicos e os danos ambientes" (E2PLC)*

A isso interpreta-se como um indício da mobilização do conhecimento de currículo geral por parte dos licenciandos, em que se construiu um paralelo sobre o que se conhecia (ou se buscou conhecer) acerca da presença dos agrotóxicos no território nacional, e os demais conteúdos relacionados, situando-os assim em um contexto da realidade no qual se podia identificar e/ou resgatar significados.

A equipe Mudanças Climáticas aprofundou-se no tocante ao resgate de significados e identificação, uma vez que promoveu uma abordagem do conteúdo de forma mais localizada e, portanto, mais próxima do seu cotidiano e dos seus futuros discentes. Observem:

*"As mudanças climáticas são um dos maiores desafios da sociedade atual. [...] A região Nordeste do estado do Amazonas poderá apresentar um aumento de 5°C graus na temperatura e uma redução de até 25% no volume de chuvas nos próximos 25 anos. Esta informação faz parte de uma pesquisa para a região Norte do país, que identificou a vulnerabilidade à mudança do clima em 62 municípios localizados na região Amazônica. Coordenado pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Diante dessa realidade, de que forma as mudanças climáticas da Região Amazônica afetam a vida dos estudantes amazonenses?" (E4F1SP, grifo nosso)*

*"Há diferenças perceptíveis entre as áreas da cidade, no que diz respeito à sensação térmica? Como se comportam as áreas mais, ou menos arborizadas?" (E4R1CL2)*

*"Geral:*

*Compreender os fatores naturais e antrópicos envolvidos nas mudanças climáticas e suas consequências no aspecto regional.*

*Específicos: [...] Investigar como essa problemática afeta de maneira considerável a nossa região." (E4Q1P3)*

*"CONTEÚDO DA AULA*

*Efeito estufa*

*Chuva ácida*

*Camada de ozônio*

*Aquecimento global*

*Impactos das mudanças climáticas na região amazônica*

*Maiores e mais recorrentes cheias e secas na região de Manaus*

*Aumento da temperatura na região" (E4PLC, grifo nosso)*

Nota-se que a equipe investiu em situar o conteúdo local e regionalmente - isto é, abordando-o no contexto da cidade de Manaus, do

estado do Amazonas e da região amazônica - desde a definição da situação-problema, mantendo essa proposta até a elaboração do plano de aula, realizado como síntese das atividades da metodologia IIR, em que definiram como tópico a ser trabalhado a manifestação concreta do conteúdo na região amazônica, desenvolvida a partir dos casos de cheias e secas de Manaus.

No estudo de Souza *et al.* (2016), em que a metodologia IIR foi desenvolvida com licenciandos em ciências naturais, também observou-se a preocupação destes em relacionar o contexto da cidade às discussões empreendidas acerca dos conceitos e fenômenos. Embora tenham analisado a vivência na metodologia em termos de ensino-aprendizagem, não focando-se especificamente sobre os conhecimentos docentes dos licenciandos, é válido destacar a menção que os autores fazem acerca da vinculação, que pode ser feita a partir da construção de uma IIR, entre o conteúdo curricular e o contexto social dos estudantes.

Em conclusão, tendo-se discutido as duas categorias emergentes do Conhecimento de currículo em ciências, destaca-se o carácter complementar que elas apresentam enquanto abordagens sobre o currículo. De um lado, tem-se o conhecimento de conteúdo, em que disserta-se acerca da valorização do conhecimento químico e das formas de representá-lo considerando suas dimensões epistêmicas e sociológicas. E do outro lado, tem-se o conhecimento do currículo geral, o qual conduz para a construção de significados aos conceitos, teorias e leis da química por meio do estabelecimento de diálogos entre eles e as situações concretas do mundo, do seu dimensionamento em relação ao espaço e território no qual os indivíduos se inserem e do reconhecimento das relações de poder que eles implicam.

Estes conhecimentos docentes tecem contribuições para a formação de futuros professores de química em termos de ampliação do repertório de conteúdo e de relações que podem ser construídas entre ele e as dimensões sociais, econômicas, ambientais, políticas, dentre outras, que circundam os estudantes, a escola, a sociedade enfim. Considera-se que essa concepção ampliada do currículo, sustentada por abordagens dicotômicas e complementares, reforça a complexidade presente na base de conhecimentos

docentes mobilizados pelos licenciandos na atividade formativa aqui investigada.

Para aprofundar a análise de tal complexidade, no próximo capítulo serão discutidas as interações entre os conhecimentos docentes percebidas a partir da identificação aqui realizada, tecendo reflexões sobre suas implicações para a formação de futuros professores de química.

### **3.2 Interação entre os conhecimentos docentes**

Neste capítulo se dissertará acerca das interações entre as cinco categorias de conhecimentos docentes efetuadas pelos licenciandos ao longo das atividades da metodologia IIR. Para tanto, serão analisados três instrumentos: fórum, selecionado por conter a situação-problema definida pelas equipes e, portanto, indicar as discussões iniciais que os licenciandos realizaram; questionário, selecionado por ter configurado um momento de reflexão na metade da metodologia IIR; e a entrevista semiestruturada, selecionada por ter sido realizada após a finalização da atividade formativa e, com isso, oferecer uma perspectiva geral e aprofundada da vivência dos licenciandos na metodologia IIR.

A partir dos instrumentos, verificou-se quais subcategorias de conhecimentos docentes foram identificadas a partir das suas respectivas US e, conseqüentemente, obteve-se um quadro de análise que forneceu indícios acerca dos conhecimentos foram ali articulados (Apêndice 6). Com exceção da entrevista da equipe Poluição Atmosférica - que não foi realizada por motivos de conflito de tempo com os representantes da equipe aos quais o convite foi realizado -, cada instrumento foi aplicado para todas as equipes. Desta forma, nossa análise atentou-se às interações empreendidas pelos grupos de forma individualizada, como apresentado no quadro 10 a seguir.

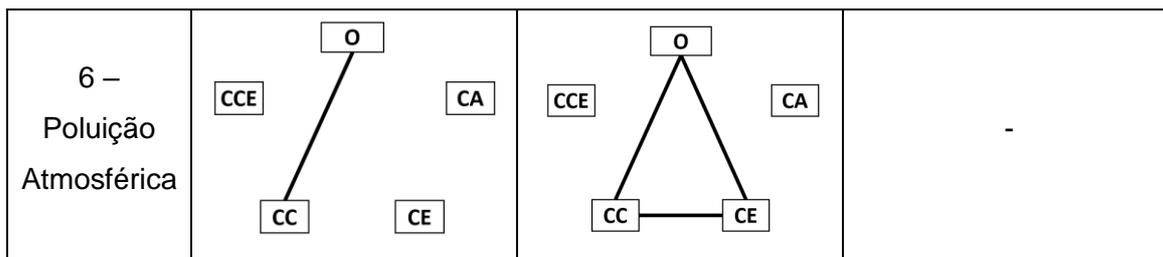
Park e Chen (2012) desenvolveram uma forma de representar as interações identificadas entre os conhecimentos docentes denominada “Mapa do PCK”, em que exploram o pentágono característico do seu modelo da base de conhecimentos para indicar as distintas articulações entre os domínios. Neste estudo, adotou-se essa forma de representação por considerá-la satisfatória quanto à exposição das específicas conexões construídas entre os

conhecimentos docentes, a partir do que foi possível inferir férteis reflexões acerca da complexidade que essas interações tecem em seus arranjos.

Para simbolizar os distintos conhecimentos docentes no mapa do PCK, utilizou-se as mesmas legendas desenvolvidas para a codificação das US. Em virtude do foco do presente capítulo centrar-se sobre os conhecimentos docentes, os subcomponentes de cada conhecimento não foram considerados na representação.

**Quadro 10** - Interações identificadas entre os conhecimentos docentes.

Equipe	Fórum	Questionário	Entrevista
1 – Fármacos			
2 – Agrotóxicos			
3 – Aditivos Alimentares			
4 – Mudanças Climáticas			
5 – Drogas			



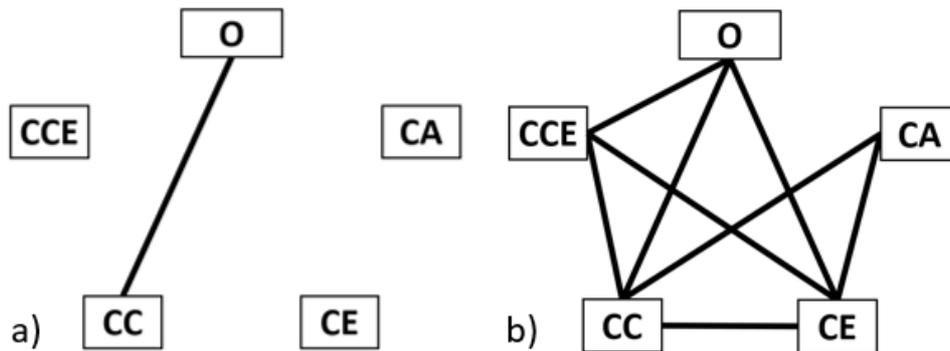
Fonte: elaborado pela autora.

Com isso, a partir dos mapas obtidos com a análise dos conhecimentos articulados pelas equipes, alcançou-se algumas inferências acerca de tais interações, sendo elas: (1) O Conhecimento de currículo demonstrou posição relevante nas interações; (2) A interação Conhecimento de currículo, Orientações para o ensino de ciências e Conhecimento de estratégias instrucionais para o ensino de ciências (CC-O-CE) foi realizada por todas as equipes; e (3) O Conhecimento da compreensão de ciências pelos estudantes (CCE) frequentemente foi articulado ao CC e ao conhecimento de O. Nos próximos tópicos serão tecidas algumas inferências de tais resultados.

### 3.2.1 O Conhecimento de currículo demonstrou posição relevante nas interações

Em uma visão geral dos mapas no quadro 10, notou-se que o CC foi mobilizado por todas as equipes em todas as etapas analisadas. Destaca-se o fórum da equipe Agrotóxicos, em que este conhecimento foi o único identificado na situação-problema. Nota-se também que ele foi articulado com todos os demais domínios da base de conhecimentos docentes, exibindo diferentes arranjos de interações, desde os mais simples até os mais complexos, como observado, respectivamente, nos mapas do fórum e da entrevista da equipe Fármacos (Figura 2).

**Figura 2** - Interações do Conhecimento de currículo identificadas no fórum (a) e na entrevista (b) da equipe FÁrmacos.



**Fonte:** elaborado pela autora.

Considera-se que na atividade formativa investigada neste estudo, o CC foi central nas discussões e reflexões dos licenciandos, demonstrando posição relevante na base de conhecimentos docentes dos mesmos. É válido ressaltar também que as Orientações para o ensino de ciências surgem em segundo plano como conhecimento mais articulado com os demais da base. Em contraste, Park e Oliver (2012) colocam que o CCE e o CE são críticos quando se trata da formação do conhecimento específico do professor e foram os que mais interagiram com os demais domínios.

O resultado do presente estudo pode estar relacionado à utilização das QSC como temas e pontos de partida para as reflexões sobre o ensino de ciências empreendidas pelas equipes. Como observado no capítulo anterior, os licenciandos realizaram debates aprofundados acerca das potencialidades e implicações que as QSC representavam para o ensino de química, conforme apontam as discussões das subcategorias Ensino de química através de temas sociocientíficos, Atravessamento social do conteúdo, Reflexão sobre a realidade, dentre outras.

Ressalta-se, neste ponto, a riqueza e coerência que foi demonstrada pelos licenciandos quanto ao CC. As subcategorias encaixadas como CC destacaram-se em quantidade (foram produzidas mais subcategorias dentro do CC do que nas outras categorias de conhecimento docente) e aprofundamento teórico (a ATD realizada resultou na elaboração de novas componentes deste conhecimento).

Com isso, tem-se que a proposta direcionada às equipes para que debatessem questões sobre o ensino de ciências a partir dos seus respectivos temas sociocientíficos (Fármacos, Agrotóxicos, Mudanças Climáticas, etc), implicou nos licenciandos refletindo sobre aspectos como as formas de situar o conteúdo em contextos para além da disciplina de química, as relações que os conceitos químicos estabeleciam com problemas concretos da sociedade, os sentidos que se pode construir para os conteúdos, dentre outros aspectos que, focados em discutir o que abordar no ensino, quando e, principalmente, porquê abordar, mobilizaram outros conhecimentos docentes além do CC. Daí a posição central deste conhecimento e as distintas interações que ele apresentou com os demais.

Vale lembrar que a escolha por propor uma coletânea de QSC como ponto de partida para reflexão dos licenciandos sobre o EC deu-se com base em dois fatores: (1) na revisão bibliográfica realizada percebeu-se que os aspectos sociológicos da ciência eram pouco contemplados na formação inicial de professores de ciência, em especial nos trabalhos que também investigaram as implicações da metodologia IIR para mobilização de conhecimentos docentes; (2) a discussão de questões polêmicas que abrangem a relação ciência-sociedade alinham-se às formulações da ACT, sendo este o referencial epistemológico adotado no presente estudo.

Além disso, o trabalho que forneceu parte das perguntas utilizadas em nossos instrumentos de coleta de dados, de Han-Tosunoglu e Lederman (2020), também debruçou-se sobre a análise dos conhecimentos docentes mobilizados a partir da discussão de QSC.

Oliveira, Mozzer e Neto (2021), assumindo que a abordagem de QSC direciona o EC para o desenvolvimento da cidadania, reconhecem a relevância do conhecimento do currículo, entendido como domínio do conteúdo da disciplina, para a promoção de tal abordagem, mas ressaltam que outros saberes<sup>1</sup> docentes como ações e atitudes do professor, são também necessários. Como considerações finais, este estudo aponta algumas questões a serem respondidas pelas pesquisas que, tal como a nossa, se dedicam a investigar a abordagem de QSC no Ensino de Ciências. Tais questões giram

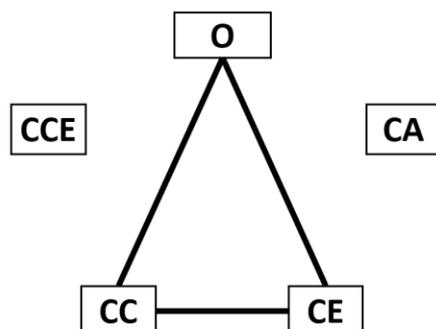
em torno dos conhecimentos docentes mobilizados e articulados para abordagem de QSC e são, portanto, contempladas pela nossa pesquisa.

Nos próximos tópicos serão detalhadas as interações entre o CC e os demais conhecimentos docentes identificadas a partir da análise realizada, e serão tecidas as implicações destas interações para a formação de professores de química.

### 3.2.2 A interação CC-O-CE foi realizada por todas as equipes

Dentre as interações do CC com os demais conhecimentos, destaca-se a tríade que ele estabeleceu com o conhecimento das Orientações para o ensino de ciências (O) e o Conhecimento das estratégias instrucionais para o ensino de ciências (CE). Essa interação construiu um arranjo específico que foi demonstrado por três das seis equipes, arranjo este apresentado na figura abaixo.

**Figura 3** - Arranjo específico entre os conhecimentos docentes demonstrado a partir do questionário das equipes Fármacos, Agrotóxicos e Poluição Atmosférica.



**Fonte:** elaborado pela autora.

Esse arranjo específico, CC-O-CE, sem a mobilização de outras interações, foi obtido somente a partir das reflexões incitadas pelo questionário, na etapa de descoberta dos princípios disciplinares da metodologia IIR. Destaca-se aqui que, embora específico, o modo pelo qual cada equipe implementou tal interação entre os três conhecimentos docentes variou, em que articulou-se distintos componentes e aspectos de cada domínio.

Com exceção do CC, que foi mobilizado da mesma forma por todas as equipes, os conhecimentos de orientações, O, e de estratégias instrucionais, CE, suscitaram distintas subcategorias. A saber, o CC foi levantado por meio da abordagem interdisciplinar pela qual as três equipes pensaram nos

diferentes conceitos, oriundos de distintas disciplinas, que poderiam ser trabalhados a partir do tema e problemática que elas estavam discutindo em sua IIR. Logo, todas as equipes exploraram o CC horizontal, porém cada uma o articulou com os outros dois conhecimentos de forma específica.

A equipe Fármacos, por exemplo, com uma orientação voltada para a interdisciplinaridade (O), pensou em promover tal integração do currículo por meio da abordagem multidimensional de um fenômeno (CE), em que resgatariam questões relativas às dimensões sociais e de saúde. Já a equipe Agrotóxicos apresentou uma orientação inclinada à promover formação crítica nos estudantes (O), com isso discutiu formas de ensinar química através de temas sociocientíficos (CE), por meio das quais intencionaram conduzir os estudantes para a construção de relações entre os conhecimentos científicos e os fenômenos do cotidiano, de modo a construir propostas de intervenção na realidade social. A equipe Poluição Atmosférica, por sua vez, considerou promover a abordagem interdisciplinar por meio da estratégia instrucional de transição entre os níveis de representação (CE), a partir da qual mobilizariam a química para trabalhar aspectos relativos aos gases e a biologia para explicar as implicações destes sobre o efeito estufa na Terra, buscando conscientizar os estudantes sobre questões relativas à poluição atmosférica e formas de diminuí-la, demonstrando reconhecer a função social da ciência (O).

Nota-se a coerência entre os conhecimentos articulados, uma vez que foram mobilizados os domínios necessários para a implementação de uma determinada abordagem de ensino. Isto é, quando os licenciandos indicaram os conteúdos de distintas disciplinas que relacionavam-se à sua IIR, eles delinearam também como iriam abordá-los, fornecendo indícios das orientações que guiavam e justificavam as estratégias de ensino pensadas, apontando também o nível de estruturação do PCK que estava sendo construído pelas equipes.

Não pode-se afirmar que as três equipes mobilizaram e integraram os conhecimentos docentes exatamente nesta ordem, uma vez que este não era o foco de nossa análise. Porém, é válido ressaltar que a ordem de mobilização e, conseqüentemente, de integração de cada conhecimento lança luz sobre o nível de complexidade presente nas interações construídas pelos licenciandos.

O trabalho de Mahvunga (2020) mostra, por exemplo, que os conhecimentos docentes podem ser mobilizados de forma linear, conjunta ou ainda pode ser feita uma mesclagem de ambos os tipos de interação.

As distintas formas de abordar um determinado assunto, nas quais mobiliza-se os mesmos conhecimentos docentes, mas resgata-se componentes e aspectos específicos, reforçam o que Park e Oliver (2012) colocaram acerca da idiossincrasia das integrações entre os conhecimentos docentes, isto é, de como elas são peculiares e características do assunto abordado e do professor que está realizando-as.

Ademais, considera-se que os resultados do presente estudo fornecem uma camada a mais nessa análise, aprofundando-a quanto às manifestações empíricas de cada conhecimento docente, posto que um mesmo domínio pode tomar diferentes formas, as quais dizem respeito não somente aos seus diferentes componentes, mas também podem abranger outros ainda nem identificados. A ATD aqui realizada contribuiu para a explanação empírica das maneiras pelas quais cada conhecimento pode ser suscitado, bem como para a expansão teórica do modelo da base de conhecimentos docentes utilizado. Com isso, coloca-se que as interações entre os domínios da base são específicas também do modelo teórico utilizado, tal como afirmam Moraes e Galiazzi (2016),

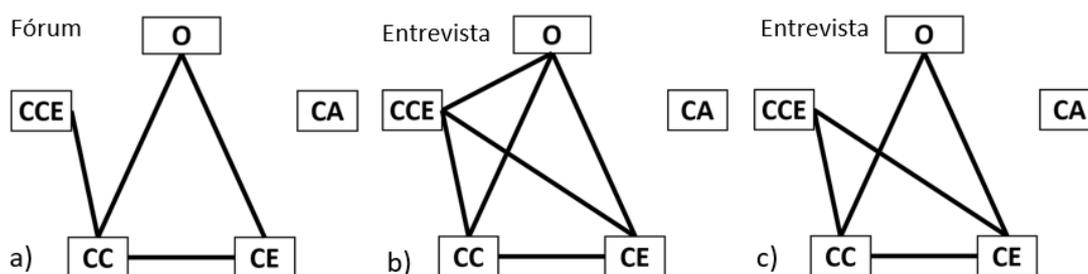
Essa diversidade de sentidos que podem ser construídos a partir de um conjunto de textos, está estreitamente ligada às teorias que os leitores empregam em suas interpretações textuais. Por mais sentidos que se consiga mostrar, sempre haverá outros (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 43)

Neste sentido, reconhece-se que outras interações e distintos conhecimentos docentes poderiam ter sido identificados, dependendo da teoria adotada ou da própria construção do(a) pesquisador(a). Enfatizamos, com isso, a complexidade que circunda os conhecimentos docentes, bem como sua mobilização e integração pelos professores, particularmente aqueles em formação. Destaca-se também, como implicação para as pesquisas na área que emerge desta discussão, a necessária explanação acerca dos conhecimentos docentes que o (futuro) professor deve dominar em vista a promover um EC que contemple as novas demandas formativas para os indivíduos do século XXI, formação esta que se mostra alinhada aos objetivos da ACT.

Deste ponto também realça-se algumas considerações para a formação de professores no que tange à criação de momentos de reflexão. Ao conduzir perguntas ou instigar os licenciandos a pensarem em questões relativas ao ensino, particularmente o EC, delinea-se meios pelos quais eles tomam consciência dos diferentes domínios que podem e devem integrar quando em exercício da profissão, bem como constrói-se oportunidades para aprimoramento da sua base de conhecimentos docentes. Nilsson e Karlsson (2018) reforçam nossa colocação apontando que o CoRe, instrumento utilizado pelas pesquisas da área para captar o PCK e do qual o presente estudo também se valeu – considerando que as perguntas aplicadas no questionário foram adaptadas deste instrumento -, é muito frutífero para apoiar a reflexão de licenciandos, fazendo-os “descompactarem” seus conhecimentos, o que repercute no foco que destinam ao currículo e no esclarecimento dos seus propósitos de ensino.

Além do arranjo específico discutido anteriormente, a interação CC-O-CE também pode ser visualizada junto a outros conhecimentos docentes (Figura 4), indicando um nível de complexidade mais aprofundado nas interações empreendidas pelos licenciandos.

**Figura 4** - Interações entre os conhecimentos de currículo, orientações e estratégias instrucionais para o ensino de ciências em conjunto com outros conhecimentos docentes. (a) Aditivos Alimentares; (b) Mudanças Climáticas; (c) Drogas.



**Fonte:** elaborado pela autora.

Na interação empreendida pela equipe Aditivos Alimentares (Figura 4.a), nota-se que o CCE foi mobilizado em conjunto com o CC. Esta interação deu-se com a equipe discutindo sobre a presença do assunto na vida dos estudantes, particularmente na alimentação, sinalizando o atravessamento social do conteúdo (CC) como indicador que sua abordagem seria interessante para os estudantes porque conduziria a uma leitura do mundo histórico real

(CCE). Com isso, a equipe demonstrou ter como objetivo de aprendizagem a apreensão da realidade (O) e discorreu formas de promovê-la por meio da problematização (CE), como pela abordagem dos malefícios relacionados ao consumo de substâncias químicas.

Além de integrar o CCE ao CC, por meio da identificação de problemas que atingem diretamente os indivíduos e nos quais a química mostra-se presente, a equipe Mudanças Climáticas promoveu interações entre o CCE e o CE ao discutir maneiras de abordar o conteúdo visando conscientizar os estudantes conduzindo-os para aplicação prática do conhecimento, o que aumentaria seu engajamento na aprendizagem. Assim, com uma estratégia de ensino que usa a ciência para a ação (CE), os licenciandos trabalhariam a manifestação concreta do conteúdo (CC) ponto em prática uma orientação voltada para a apreensão da realidade (O).

A equipe Drogas inseriu uma interação a mais (CCE-O) que a equipe anterior, aprofundando a complexidade do seu arranjo. Com falas que demonstram uma orientação voltada para o desenvolvimento de conhecimentos atitudinais (O), a equipe levantou um assunto que é próximo da realidade dos estudantes e que relaciona o conhecimento químico aos problemas sociais (CCE-CC), como a exposição e vício em entorpecentes, delineando uma abordagem multidimensional do fenômeno (CE), visando promover reflexões que resultariam em atitudes mais conscientes.

Com isso, descreveu-se os distintos modos pelos quais os licenciandos implementaram articulações entre os seus conhecimentos docentes, abrangendo desde interações simples até complexas redes de conexão entre os domínios. Estes achados contribuem para a elucidação das múltiplas e ricas interações na base de conhecimentos docentes de futuros professores que podem ser estabelecidas quando se coloca em prática uma formação voltada para ACT, em detrimento de atividades formativas meramente instrumentais.

Há muito se fala sobre a importância de propiciar momentos de reflexão e debate na formação inicial de professores, mas as implicações de tais atividades para o desenvolvimento dos conhecimentos profissionais - que vão subsidiar a prática dos futuros professores - são ainda um tanto negligenciada. Como apontado na revisão bibliográfica, foram encontrados poucos, mas

recentes trabalhos centrados em investigar os conhecimentos docentes na FIP, o que reflete uma tendência de crescimento desta linha de pesquisa. Ressalta-se que a análise focada nas interações entre os conhecimentos docentes mostra-se ainda incipiente a nível nacional, uma vez que encontrou-se apenas trabalhos internacionais da área, os quais foram utilizados para discussão dos nossos resultados, como os de Park e Chen (2012) – o qual embasou e norteou nossa pesquisa -, Nilsson e Karlsson (2018), Mavhunga (2020), Gencer e Akkus (2021), dentre outros.

No último Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC), Oliveira, Mozzer e Neto (2021) discorreram sobre o potencial que as QSC representam para a promoção de um EC voltado para o desenvolvimento da cidadania e de conhecimentos nos âmbitos conceituais, procedimentais e atitudinais – o que, por sua vez, alinha-se aos formulações da ACT -, concluindo que, para tanto, é necessário entender quais conhecimentos docentes os professores mobilizam na abordagem de QSC, quais interações ocorrem entre eles, quais orientações embasam as ações do professor. Perguntas estas que nortearam o presente estudo e têm sido elucidadas ao longo desta dissertação.

Ressalta-se que as descrições de como as equipes produziram as articulações entre os diferentes conhecimentos de sua base são apenas recortes do material obtido a partir da coleta de dados. Logo, distintas outras interações também foram promovidas pelos licenciandos ao longo das atividades da metodologia IIR, mas aqui deu-se foco sobre os instrumentos de fórum, questionário e entrevista. Ainda, as interações identificadas nestes instrumentos poderiam ter sido ilustradas de formas diferentes, caso fossem consideradas outras subcategorias que foram identificadas e pelas quais percebeu-se as distintas manifestações empíricas de cada conhecimento docente, bem como as articulações estabelecidas entre eles.

Caso fosse considerado minuciosamente cada subcategoria, poderia ter-se obtido uma análise de quantas vezes cada conhecimento docente foi mobilizado pelos licenciandos e quão forte ou fraca seriam as interações empreendidas, porém este não é o foco da nossa pesquisa. Park e Chen (2012) contemplam essa análise, inserindo números no seu mapa do PCK que

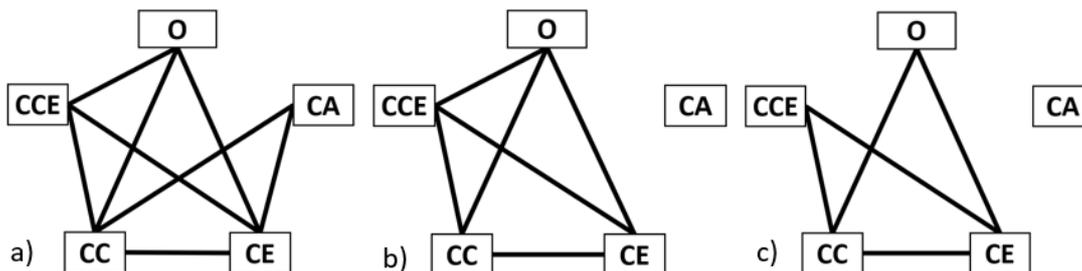
representam a contabilização das interações empreendidas pelos participantes de sua pesquisa.

Por fim, destaca-se que a interação CC-O-CE implica em abordagens de ensino bem fundamentadas, fornecendo indícios sobre a construção de um PCK complexo, ainda que inicial, a partir do qual os licenciandos delineiam claramente suas intencionalidades, como podem alcançá-las e quais tópicos, conceitos e relações irão trabalhar em aula para tal. Porém, este arranjo não garante a promoção de um EC comprometido em formar indivíduos preparados para não apenas entender o mundo do século XXI, mas atuar e agir sobre ele, formação esta refletida nos objetivos da ACT. O estudo de Ekiz-kiran e Boz (2019) mostra, por exemplo, que professores de química podem integrar diferentes conhecimentos, mas ainda assim preservar uma abordagem dogmática da química. Para tanto, é necessário que cada conhecimento articulado esteja alinhado aos paradigmas da ACT. No próximo capítulo se dissertará mais sobre estes pontos.

### **3.2.3 O CCE frequentemente foi articulado ao CC e ao conhecimento de O**

Das vezes em que o CCE foi mobilizado nos instrumentos aplicados, ele foi articulado com o CC e com o conhecimento de O, estabelecendo uma tríade com estes domínios. Em uma análise inicial desta interação, pode-se entender que nela se é destinada atenção às características dos estudantes, como o contexto social no qual estão inseridos (CCE), para embasar a seleção de determinado currículo (CC), em consonância à orientações de ensino centradas na realidade dos indivíduos (O). Contudo, este consistiu em apenas um dos distintos modos pelos quais os três conhecimentos docentes foram conectados, tendo sido empreendido pela equipe Drogas. A figura abaixo apresenta os arranjos dessa interação:

**Figura 5** - Interações entre os conhecimentos de currículo, orientações e compreensão de ciências pelos estudantes, dentre outros, demonstradas na entrevista. (a) Fármacos; (b) Aditivos Alimentares; (c) Drogas.



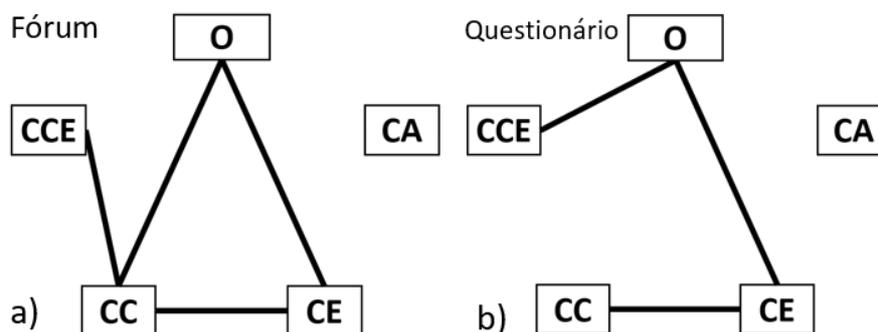
**Fonte:** elaborado pela autora.

Nota-se que outras conexões também são realizadas pelas equipes, nas quais o CCE é articulado com o CE. No caso da equipe Drogas, este último domínio é mobilizado por meio do levantamento de formas possíveis para abordar o assunto de entorpecentes em sala de aula, de modo que promovesse a reflexão nos estudantes sobre sua realidade social e sobre as consequências da exposição e consumo de substâncias químicas.

A equipe Fármacos, por sua vez, demonstrando uma orientação voltada para formação crítica dos indivíduos (O), defendeu que uma das necessidades dos estudantes é ter conhecimento dos conteúdos formalizados (CCE-CC). Já a equipe Aditivos Alimentares, inclinada a desenvolver o domínio dos níveis de representação nos indivíduos (O), delineou exemplos que poderiam ser utilizados na explicação de cada nível de representação (CE-CC), por meio dos quais os estudantes teriam acesso a distintas formas de aprendizagem (CCE).

Além de ter sido articulado concomitantemente a dois conhecimentos docentes, resultando na tríade CC-CCE-O, o CCE também foi conectado de forma individual com cada um destes domínios. A equipe Aditivos Alimentares (Figura 6.a) discute a presença do assunto na vida dos estudantes, particularmente em questões relacionadas à sua alimentação, promovendo uma conexão entre o CC e CCE. Já a equipe Mudanças Climáticas (Figura 6.b), delineando uma concepção epistemológica na qual a ciência apresenta função social (O), defende que, além de passar de ano e no vestibular, os estudantes também devem entender o mundo histórico real no qual situam-se, tomando consciência de assuntos que atravessam sua vida e a de todos (CCE).

**Figura 6** - Interações individuais do CCE implementadas pelas equipes (a) Aditivos Alimentares e (b) Mudanças Climáticas.

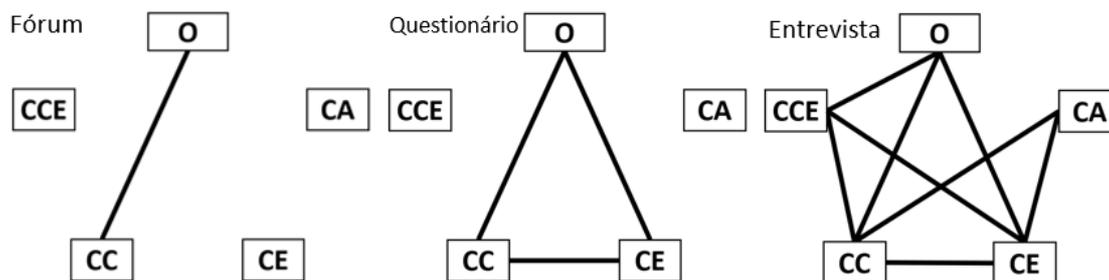


**Fonte:** elaborado pela autora.

Isto posto, considerando as múltiplas conexões do CCE com os demais conhecimentos, bem como as representações desenvolvidas pelos licenciandos a partir destes arranjos específicos, reforça-se a importância dos cursos de licenciatura propiciarem oportunidades de contato entre escola-universidade, a partir das quais os futuros professores poderão interagir com os estudantes, conhecendo suas dificuldades de aprendizagem, equívocos, necessidades, bem como o contexto no qual situam-se para além da sala de aula, identificando a realidade da escola, da comunidade, etc, debatendo e refletindo sobre ela de modo a integrar tal conhecimento com os demais da sua base e colocá-lo em prática em sua futura atuação profissional.

Mais uma vez, reforça-se que embora a interação reflita o mesmo arranjo no mapa do PCK, a manifestação empírica de cada conhecimento docente articulado distingue-se de equipe para equipe, o que reflete a diversidade de conhecimentos suscitados pelos licenciandos ao longo da atividade formativa aqui investigada, cuja elucidação foi feita no capítulo anterior. Pode-se destacar também que as interações aumentaram em complexidade conforme o avançar das etapas da metodologia IIR, como visualizado no quadro 10 e ilustrado nos mapas da equipe FÁrmacos, exibidos na figura abaixo.

**Figura 7** - Aumento da complexidade nas interações entre os conhecimentos docentes promovidas pela equipe FÁRMACOS.



**Fonte:** elaborado pela autora.

Em parte, isto pode ser justificado pelos instrumentos utilizados na análise, os quais distinguem-se em natureza e intencionalidade, isto é, além de terem sido aplicados em momentos diferentes da pesquisa, tinham características distintas e promoveram reflexões relacionadas à diferentes domínios da base de conhecimentos docentes. Por outro lado, este achado lança luz sobre o potencial desta atividade formativa em ACT em suscitar a sofisticação da base de conhecimentos docentes na formação inicial de professores de química. Em outras palavras, aponta-se o potencial da metodologia IIR para a construção de PCKs que integram diferentes domínios do conhecimento do professores, particularmente aqueles em formação.

Milaré (2020) já havia analisado a metodologia IIR sob a perspectiva da formação de professores de química, considerando suas contribuições para o desenvolvimento de conhecimentos para o ensino. Porém, no estudo aqui apresentado, considera-se ter aprofundado esta análise pelo direcionamento proposto aos licenciandos em relacionar mais diretamente as discussões ao ensino; direcionamento este iniciado logo na etapa 0 da metodologia IIR, a definição da situação-problema. Ademais, o modelo teórico no qual o presente estudo pautou-se, o de Park e Chen (2012) sustentou uma discussão fundamentada acerca da base de conhecimentos docentes mobilizada e articulada ao longo da metodologia IIR.

### 3.3 Construção do PCK a partir da IIR e suas direções para o EC

A validação das compreensões atingidas ocorre por interlocuções teóricas e empíricas, representando uma estreita relação entre teoria e prática. Nisso também se põe em movimento a teorização do pesquisador.

O interpretar constitui modo de teorização. Nesse movimento cíclico hermenêutico de procura de mais sentidos, tanto a teoria auxilia no exercício da interpretação, quanto a interpretação possibilita a construção de novas teorias (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 59).

Inicia-se o último capítulo com este trecho dos formuladores da Análise Textual Discursiva que muito diz acerca do percurso por nós experimentado ao longo da presente pesquisa, em que não se viu distante em momento algum da teoria adotada, mesmo nos momentos mais práticos vivenciados em campo com os licenciandos. De igual modo, quando da intensa impregnação no aprofundamento do modelo de base de conhecimentos docentes, os dados empíricos forneceram a base para as nossas interpretações.

Destes movimentos, resultou-se uma retomada ao construto inicial que norteou o estudo: o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK). Após a identificação dos domínios mobilizados da base de conhecimentos docentes - tanto em forma de subcategorias quanto em forma de novos componentes dos conhecimentos -, e tendo também elucidado as interações estabelecidas entre eles, considera-se ter alcançado alguns indícios de PCKs dos licenciandos, cuja construção foi mediada pela metodologia IIR. Conseqüentemente, pode-se discutir também as possíveis direções para o EC às quais esta atividade formativa conduziu os licenciandos, posto que o PCK dos mesmos, embora em construção, reflete as abordagens de ensino por eles tensionadas.

Para tanto, serão apresentados os conhecimentos mobilizados e as suas interações promovidas a partir do plano de aula construído por cada equipe ao final das atividades da metodologia IIR. A escolha deste instrumento deu-se em virtude do seu alinhamento para com o aspecto analisado neste último ponto da pesquisa, isto é, o PCK construído pelos licenciandos a partir das atividades. Como comentado na seção de Metodologia, o plano de aula mediou algumas perguntas do CoRe (Apêndice 3), cujo foco é captar indícios do PCK dos participantes. Portanto, a partir do planejamento das equipes obteve-se os subsídios empíricos necessários para formular considerações acerca das implicações da formação vivenciada sobre a base de conhecimentos docentes dos licenciandos.

O modelo de PCK adotado para nortear nossa pesquisa sustenta essa análise, uma vez que ele é integrativo, isto é, toma o PCK como o resultado da integração de diferentes conhecimentos docentes (FERNANDEZ, 2015). De

acordo com a autora, existe também o PCK transformativo, o qual é considerado um conhecimento à parte, sintetizado a partir da transformação dos conhecimentos da base que se dá com a prática docente. Logo, considerando o momento profissional dos participantes do estudo, o foco não deu-se em analisar o PCK enquanto conhecimento final, mas sim o processo de sua elaboração na formação inicial dos licenciandos. Por isso, ressalta-se que serão discutidos indícios do PCK dos licenciandos, isto é, amostras iniciais deste conhecimento exclusivo que os mesmos desenvolveram ao longo das atividades vivenciadas.

De antemão, destaca-se que a interpretação dos conhecimentos docentes mobilizados e articulados pelos licenciandos resultou no delineamento de PCKs em duas direções, uma que conduz a um EC interdisciplinar e outra, a um EC contextualizado. Porém, vale lembrar que o referencial teórico adotado no presente estudo constituiu o pano de fundo de nossas análises – tal, pois, o seu papel epistêmico -, tendo parte relevante nos resultados alcançados. Nos tópicos a seguir tais achados serão aprofundados.

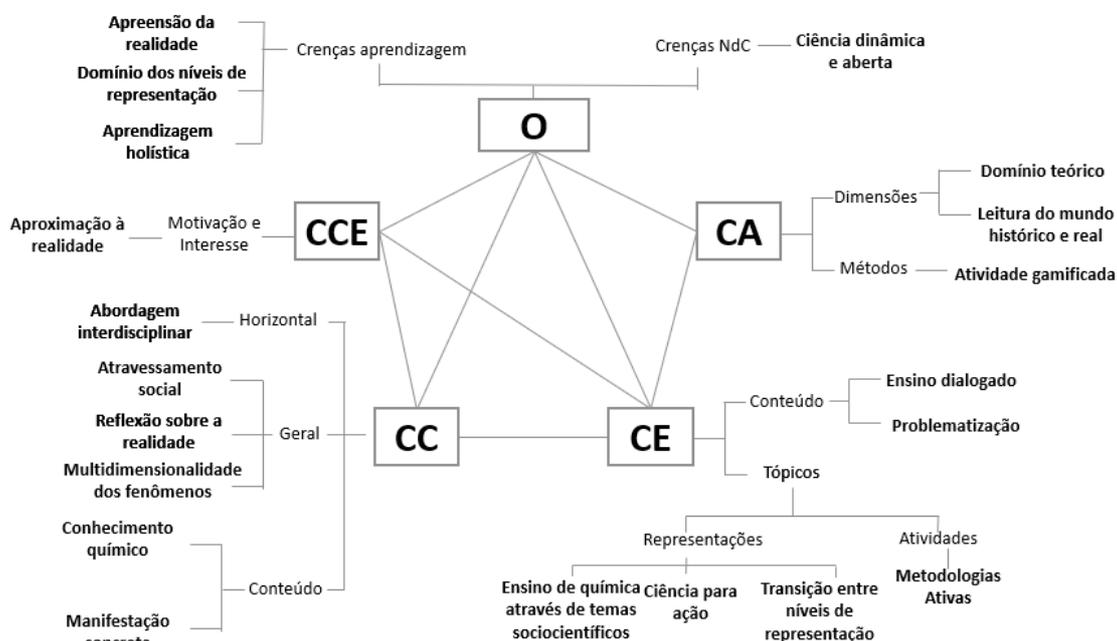
### **3.3.1 Indícios de PCKs para a interdisciplinaridade**

Para apresentar os indícios do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK, na sigla em inglês) construído pelos licenciandos ao longo da atividade formativa aqui investigada, o mapa do PCK será usado de forma mais aprofundada, em que serão indicadas as manifestações empíricas de cada conhecimento docente, as quais foram identificadas e categorizadas ao longo desta dissertação. Reconhecendo que tal aprofundamento pode aumentar a complexidade do esquema ilustrativo, simplificou-se os títulos de cada conhecimento docente e seus respectivos componentes, seguindo o sistema de codificação já comentado anteriormente. Com isso, visou-se dar maior ênfase para as subcategorias dos conhecimentos (tópicos em negrito), as quais representam as manifestações empíricas de cada domínio que foram identificadas e discutidas neste estudo.

Inicia-se dissertando acerca dos mapas que lançam luz sobre os conhecimentos docentes potenciais para a promoção de práticas interdisciplinares no ensino de ciências, mais particularmente no ensino de

química. A equipe FÁRMACOS (Figura 8) aponta a mobilização e integração dos seguintes conhecimentos:

**Figura 8** - Índícios do PCK da equipe FÁRMACOS.



**Fonte:** elaborado pela autora.

O tema do plano de aula desta equipe era “Identificação de funções orgânicas em fármacos do dia a dia”. Embora ele focalize, à primeira vista, no conhecimento químico relacionado à QSC da equipe, seu plano de aula mostrou que os licenciandos atentaram-se para abordar aspectos característicos de outras disciplinas, como a Biologia, por exemplo. Com isso, foi-se delineando a abordagem interdisciplinar no currículo construído neste planejamento, tendo em vista uma melhor compreensão acerca das causas e consequências da automedicação, em que se observa a integração entre CC e O, este último conhecimento sob a forma de orientações de ensino voltadas à apreensão da realidade e contextualização do conhecimento científico.

Este foco sobre um problema concreto, isto é, que se observa diretamente na realidade das pessoas e no mundo, é o que caracteriza a interdisciplinaridade. Conforme colocado por Fourez (1995),

“[...] a interdisciplinaridade não se destina a criar um novo discurso que se situaria para além das disciplinas particulares, mas seria uma “prática” específica visando à abordagem de problemas relativos à existência cotidiana. [...] O objetivo não será criar uma nova disciplina científica, nem um discurso universal, mas resolver um problema concreto” (FOUREZ, 1995, p. 136).

A equipe levantou problemáticas referentes ao fácil acesso aos remédios e o crescente consumo de medicamentos ansiolíticos pelos jovens (E1ES7), demonstrando uma boa reflexão sobre a realidade, a qual enquanto conhecimento curricular subsidiou a construção de representações que, em aula, podem contribuir para promover a conscientização dos estudantes sobre as propriedades dos medicamentos, suas composições e as reações que a sua ingestão excessiva causa no organismo, o que configura o conhecimento de O voltado para promover a aprendizagem holística nos estudantes. A resolução do problema da automedicação norteou, portanto, as aulas planejadas pela equipe FÁRMACOS, através do que os licenciandos demonstram conceber uma concepção de ciência aberta e dinâmica, a partir da qual conseguem explorar o atravessamento social que um determinado conteúdo apresenta e construir abordagens que utilizam a ciência para ação.

Valendo-se de estratégias instrucionais como a problematização e o ensino dialogado (E1PLE2), a equipe visou promover intensos momentos de debate com os estudantes, de modo a levá-los à reflexão profunda sobre o tema, percebendo a presença do mesmo em sua realidade, demonstrando saber que ao aproximar o conteúdo ensinado às vivências dos estudantes, pode-se estimular a motivação e interesse dos mesmos em sala de aula.

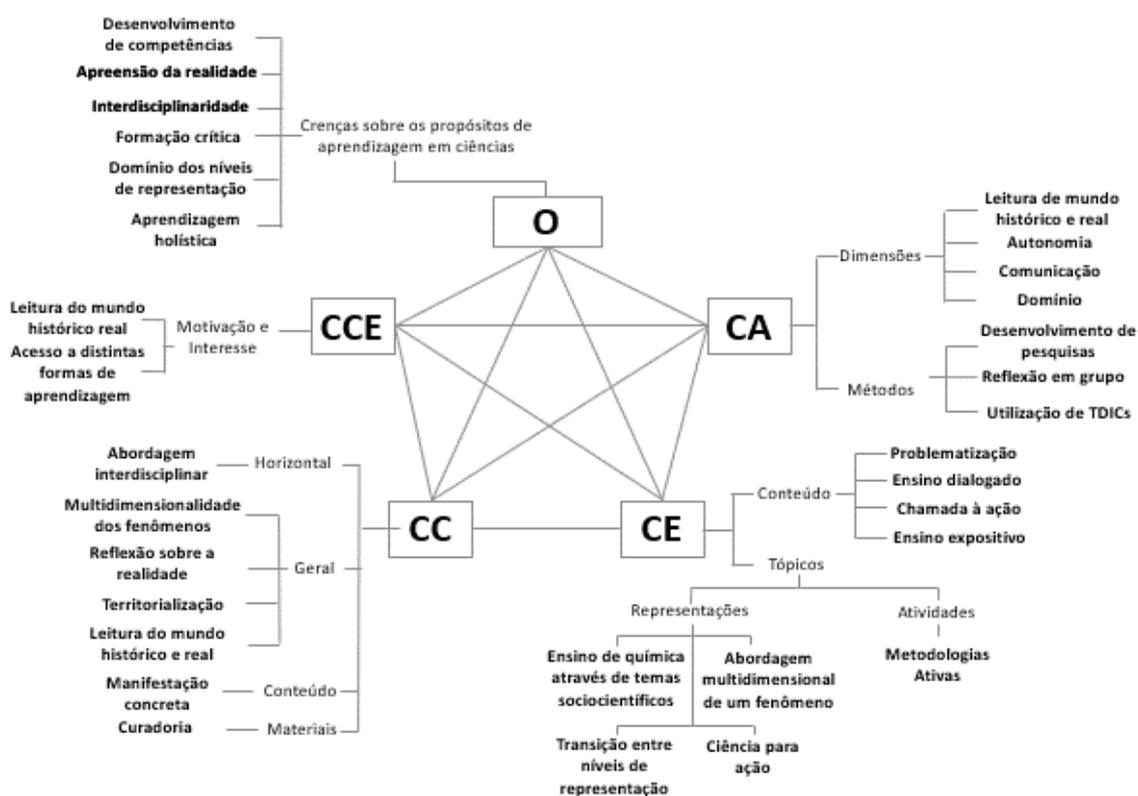
Ressalta-se, como observado pela presença da subcategoria Conhecimento químico no domínio de currículo, que os licenciandos atentaram-se em trabalhar os conteúdos inerentes à disciplina em questão, mas situaram-nos no cerne da problemática levantada acerca dos fármacos. Assim, a equipe desenhou formas de ensinar química através de temas sociocientíficos e demonstrou também saber qual nível de abstração do conteúdo adotar para desenvolver e articular discussões específicas.

Tendo em vista que não negligenciou-se a abordagem dos conceitos, teorias, leis e demais princípios disciplinares relacionados, a equipe planejou aplicar exercícios de revisão e de assimilação dos mesmos (E1PLC), assim como visou promover também o entendimento dos estudantes acerca do papel dos fármacos na vida deles (E1PLA), indicando a valorização tanto da aprendizagem dos conhecimentos científicos quanto da leitura de situações reais do mundo. Em consonância com estes achados, Oliveira (2019)

investigou os conhecimentos docentes necessários para promoção da ACT no ensino de ciências e verificou que, dentre outros, o Domínio do conteúdo e o Conhecimento acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade eram fundamentais para o alcance de tal formação. Ressalta-se que estes conhecimentos possuem paralelos com as subcategorias de Conhecimento químico e Manifestação concreta, respectivamente, o que reforça as análises aqui realizadas.

Os indícios do PCK da equipe Mudanças Climáticas, obtidos a partir do seu plano de aula, apontam para a ocorrência de todas as interações possíveis entre as cinco categorias de conhecimentos docentes (Figura 9), bem como contemplam distintas subcategorias de cada domínio. Mavhunga (2020), que também atentou-se para a complexidade presente na base de conhecimentos, considera sofisticado o conhecimento docente que estabelece conexões com outros domínios da base, e que produz, com isso, diferentes arranjos entre os componentes. Isto posto, considera-se que os PCKs de todas as equipes, ainda que incipientes, apresentam um grau de sofisticação, pois neles podem ser observadas distintas articulações entre os conhecimentos docentes. Porém, destaca-se o PCK da equipe Mudanças Climáticas, que foi o mais sofisticado dentre os analisados no presente estudo:

**Figura 9** - Índícios do PCK da equipe Mudanças Climáticas.



**Fonte:** elaborado pela autora.

A interdisciplinaridade almejada pela equipe, enquanto orientação para o EC, mobilizou conhecimentos de biologia e de geografia, uma vez que os licenciandos pretenderam trabalhar assuntos como efeito estufa, chuva ácida, impactos das mudanças climáticas na região amazônica, dentre outros (E4PLC). Com isso, desenha-se uma interação entre o conhecimento de O e CC.

Outro exemplo de integração entre estes conhecimentos se deu com a seleção de reportagens e notícias que retratam exemplos das mudanças climáticas ocorridas na região amazônica (E4PLE8), em que integram-se os CCM - Curadoria e CCG - Territorialização, por meio das quais pretende-se levar os estudantes a perceber a existência e presença do problema em sua realidade. Neste último ponto, percebe-se o conhecimento de O voltado para apreensão da realidade. Este exemplo também demonstra a ocorrência do CCG - Reflexão sobre a realidade, uma vez que os licenciandos dimensionaram a abordagem da QSC em um nível mais próximo das vivências dos estudantes, considerando o contexto das escolas de Manaus e interior do

Amazonas, atribuindo com isso significados para o assunto em foco. Para por em prática tais representações, os licenciandos associaram o CEC de Problematização e Ensino dialogado, em que pretendiam direcionar questionamentos aos estudantes e incitar os mesmos à reflexão (E4PLE8).

Com relação ao ensino dos princípios disciplinares, um dos CETRe mobilizados foi o ensino de química através de temas sociocientíficos, a partir do qual planejou-se trabalhar os conceitos após toda o movimento de problematização e dimensionamento do problema das mudanças climáticas a nível local realizado (E4PLE8). A abordagem multidimensional de um fenômeno, enquanto manifestação deste mesmo conhecimento, também pode ser percebida neste exemplo, posto que discutiu-se aspectos como o ambiental, social e cultural relacionados às mudanças climáticas. Com isso, nota-se também o CCG – Multidimensionalidade dos fenômenos. De acordo com Morin (2018)

[...] o importante não é apenas uma idéia de inter e de transdisciplinaridade. Devemos "ecologizar" as disciplinas, isto é, levar em conta tudo o que lhes é contextual, inclusive as condições culturais e sociais, ou seja, ver em que meio elas nascem, levantam problemas, ficam esclerosadas e transformam-se (MORIN, 2018, p. 115).

Logo, entende-se que a prática da interdisciplinaridade, quando focada em trabalhar as distintas dimensões que se relacionam a determinado fenômenos por meio dos conceitos de diferentes áreas do saber, dá fundamentos para a contextualização dos conhecimentos científicos. Ou seja, valendo-se de perspectivas de diferentes disciplinas, os licenciandos enriqueceram sua abordagem do assunto com camadas que os permitiram realizar fortes conexões entre conhecimento científico e vida real.

Fourez (1997a) já defendia que é preciso preparar os futuros professores para lidar com a complexidade do mundo. Silva e Martins (2019) perceberam o receio de licenciandos em trabalhar conteúdos de física de forma interdisciplinar devido à complexidade de conhecimentos que tal abordagem remete. Diante dessa demanda para formação de professores de ciências, considera-se que os licenciandos mostram-se aptos para trabalhar representações mais complexas em suas aulas de química, posto que os PCKs

por eles produzidos, apesar de ainda em construção, mostram-se bem estruturados e enriquecidos, fornecendo fortes subsídios para a prática de outros paradigmas no EC, como a interdisciplinaridade e a contextualização.

Em coerência com estes paradigmas, a equipe demonstrou ter também como conhecimento de O a formação crítica, planejando promover abordagens de ensino que, para além da assimilação de conceitos, instigasse os estudantes à tomada de decisões e ao desenvolvimento de atitudes (E4PLO), conhecimento este representado pela subcategoria CETRe - Ciência para ação. Ainda, mobilizando o CAD, os licenciandos planejaram avaliar dimensões de aprendizagem como autonomia, comunicação e domínio nos estudantes, propondo-os a pensarem em possíveis soluções nas quais poderiam engajar-se frente aos problemas das mudanças climáticas enfrentados na região, de modo a aplicarem o conteúdo em suas vidas (E4PLE4; E4PLA). Vale lembrar que a integração entre conhecimentos científicos e valores é um dos critérios para ACT discutidos por Fourez (1997a), com isso nota-se o alinhamento do PCK dos licenciandos com tal formação.

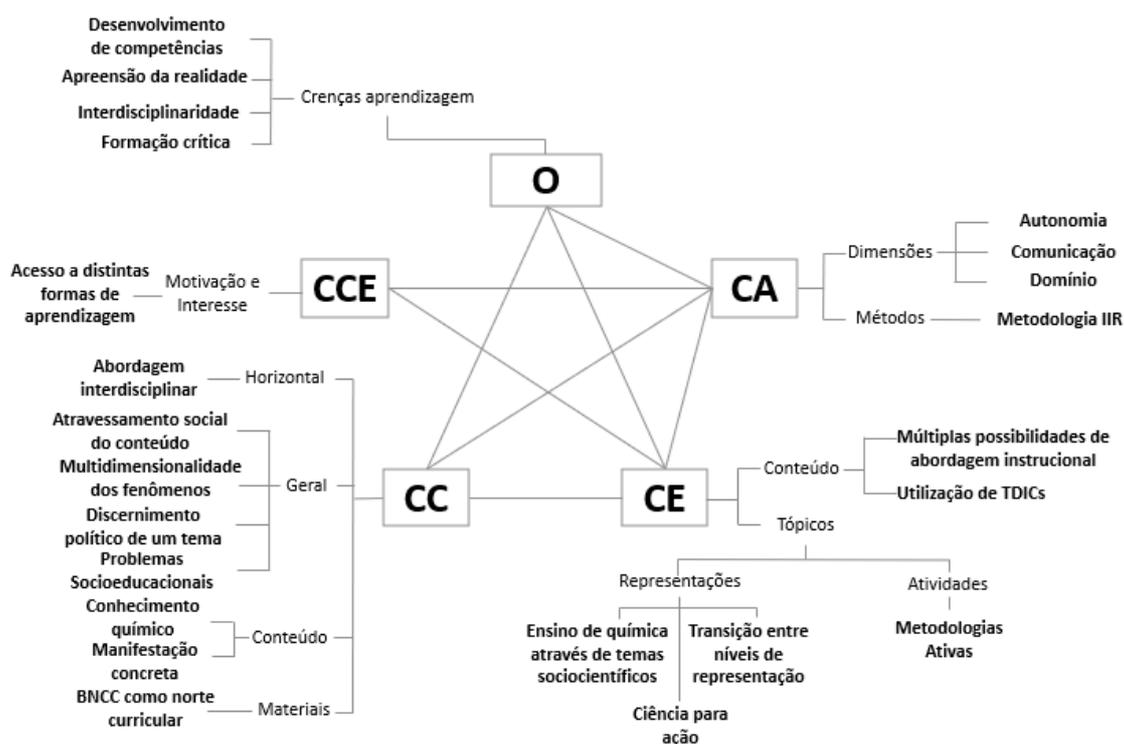
A equipe Drogas delineou o CCH – Abordagem interdisciplinar ao descrever seu objetivo geral e específicos no planejamento (E5PLO) e elencar os conteúdos que iriam ser trabalhados para atingi-los (E5PLC). A equipe visou, dentre outros aspectos, conscientizar os estudantes acerca do risco de dependência química, trabalhando ao longo das aulas uma miríade de conteúdos que, juntos, possibilitariam construir uma representação operacional e complexa diante do objetivo posto. Mobilizou-se conteúdos relativos à: Sociologia, problemas sociais causados pelo uso de drogas; Biologia, efeitos das drogas no organismo; Química, oxirredução; dentre outros. Com isso, demonstrou-se conhecimentos de O voltados para Interdisciplinaridade e Apreensão da realidade.

Integrado a esses conhecimentos, observou-se o CETRe – Ensino de química através de temas sociocientíficos, a partir do qual a equipe visou adentrar nos conceitos da disciplina, mobilizando o CCC – Conhecimento químico, após debates sobre a problemática das drogas, demonstrando integrar também o CETAt - Metodologias ativas. A abordagem instrucional de Ciência para ação também se mostrou presente no planejamento dos

licenciandos, a partir da qual pretenderam discutir com os estudantes acerca das implicações do uso de drogas para saúde das pessoas da comunidade escolar, bem como conduzi-los à identificação de medidas de prevenção ao consumo de drogas. Neste ponto também integram-se os CCG referentes à multidimensionalidade dos fenômenos, problemas socioeducacionais e ao discernimento político de um tema.

Conforme apontado no PCK desta equipe (Figura 10), nota-se grande coerência entre os conhecimentos docentes mobilizados e as articulações realizadas, posto que eles integram-se para construir uma abordagem estruturada, cujo foco principal é proporcionar aos estudantes momentos de imersão no tema.

**Figura 10 -** Índices do PCK da equipe Drogas.



**Fonte:** elaborado pela autora.

Para ilustrar a consideração acima, chama-se atenção para os conhecimentos OCA – Desenvolvimento de competências, CETAt – Metodologias ativas, CCE – Acesso a distintas formas de aprendizagem, CEC – Múltiplas possibilidades de abordagem instrucional e CAM – Metodologia IIR que, quando articulados, delinearão uma sequência de aulas diversa e focada

em posicionar o estudante como protagonista, ofertando oportunidades para debater, pesquisar, refletir e aplicar os conhecimentos construídos.

A equipe Drogas foi a única a adotar a metodologia IIR como estratégia instrucional em seu plano de aula, a partir do que infere-se que a vivência nesta atividade formativa além de contribuir para o desenvolvimento da sua base de conhecimentos docentes, também ampliou o repertório do Conhecimento das Estratégias instrucionais de Tópicos de Atividades (CETAt), instrumentalizando os licenciandos com novas metodologias de ensino e aprendizagem.

Por fim, considera-se válido lembrar que, como indicado no seu próprio nome, a metodologia IIR tem como foco operacionalizar a prática interdisciplinar, “ela sugere um método para aprender a pensar conforme o pensamento científico orientado por projetos” (FOUREZ; MATHY; ENGIEBERT-LECOMTE, 1993). Logo, os achados discutidos nesta seção são razoáveis, isto é, era natural observar uma inclinação dos licenciandos para a interdisciplinaridade. O que considera-se oferecer como contribuição, neste contexto, são as elucidações dos demais conhecimentos docentes mobilizados que relacionam-se e fomentam tal perspectiva de ensino, como a abordagem interdisciplinar, enquanto Conhecimento de Currículo Horizontal, e a multidimensionalidade dos fenômenos, um Conhecimento de Currículo Geral (CCG), que se mostraram presentes em todos os PCKs até aqui discutidos. Ou ainda o Conhecimento de Avaliação das Dimensões de aprendizagem em ciências (CAD) referente à análise do desenvolvimento da leitura de mundo histórico real, da autonomia, comunicação e domínio - objetivos da ACT -, os quais também mostraram-se intrinsecamente associados aos PCKs para a interdisciplinaridade.

### **3.3.2 Indícios de PCKs para a contextualização**

Adotou-se aqui as reflexões de Morin (2018) e Fourez (2003; 1997a) acerca da necessidade de promover a contextualização no ensino, a qual é entendida por ambos como uma forma de articulação do conhecimento científico com as diferentes dimensões que compõem a vida e o mundo.

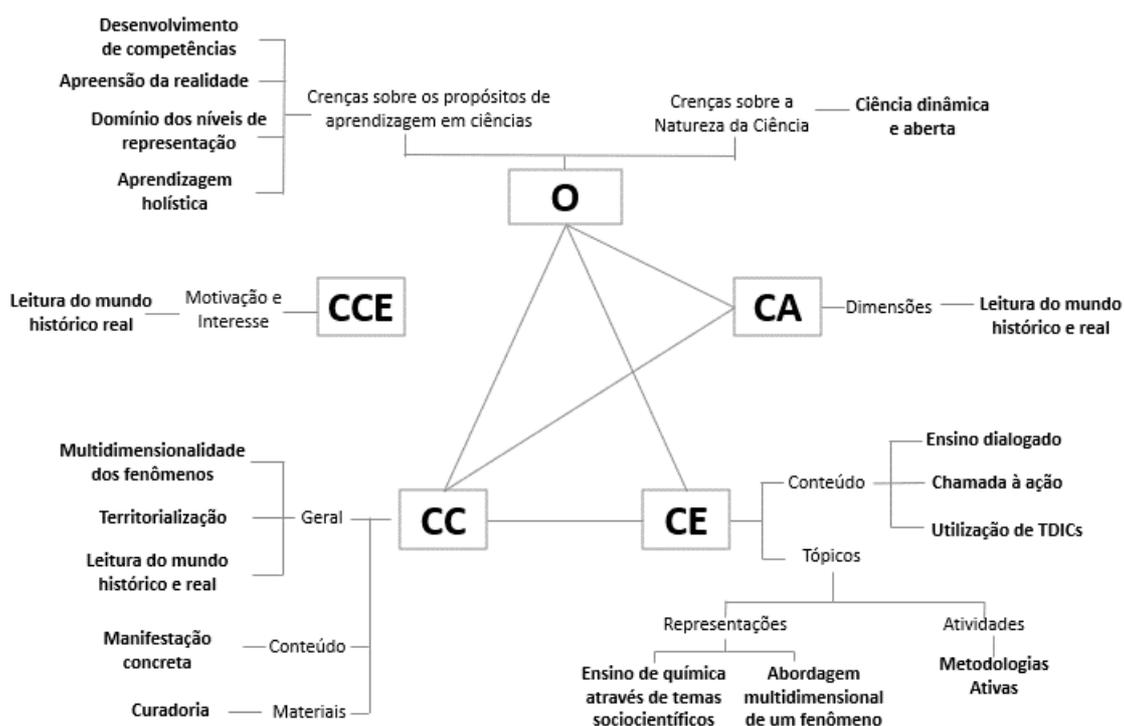
Morin (2018) coloca que

O desenvolvimento da habilidade para contextualizar tende a produzir a emergência de um pensamento "ecologizante", no sentido em que situação todo acontecimento, informação ou conhecimento em relação de inseparabilidade com seu meio ambiente - cultural, social, econômico, político e é claro, natural (MORIN, 2018, p. 24).

Neste movimento, supera-se as fronteiras das disciplinas e os paradigmas das ciências para se conectar mais diretamente à realidade e os diferentes aspectos pelos quais ela se mostra. Em consonância, Fourez (1997b) defende que o ensino de ciências não se deve restringir às ciências disciplinares, mas apoiar-se também em abordagens contextualizadas. Isto posto, serão analisados nesta seção alguns movimentos dos licenciandos que aproximam-se desta perspectiva e delineiam, assim, a construção de PCKs que subsidiam a contextualização no EC.

A equipe Agrotóxicos planejou apresentar um vídeo que abordaria sobre os impactos para a saúde e meio ambiente dos agrotóxicos no Brasil, utilizando-o como um instrumento de reflexão (E2PLE), pelo que observa-se a integração entre O e CC - indicada na figura abaixo -, uma vez que os licenciandos visaram promover apreensão da realidade selecionando materiais curriculares que facilitariam tal aprendizado.

**Figura 11** - Índícios do PCK da equipe Agrotóxicos.



Fonte: elaborado pela autora.

Considera-se que essa curadoria pautou-se ainda no CC de territorialização, uma vez que a equipe selecionou um material no qual o conteúdo foi abordado a nível nacional. Mais ainda, implica em um CC referente à manifestação concreta do conteúdo, posto que se conhece as formas pelas quais os conceitos e modelos da química se mostram presentes no mundo para além do aspecto natural. Destaca-se, neste ponto, como a interação entre os conhecimentos docentes pode ocorrer também dentro de um mesmo domínio, implicando em redes de conexões mais complexas e, conseqüentemente, em um PCK mais estruturado. Essa interação intracategórica poderia ser representada da seguinte forma:

**Figura 12** - Representação da interação entre subcategorias do conhecimento de currículo.



**Fonte:** elaborado pela autora.

Tal aprofundamento na análise das interações não constitui-se foco da nossa pesquisa, por isto também não considerou-se estas integrações nos mapas do PCK produzidos, embora se reconheça que estudos focados nesse aspecto podem também contribuir para a elucidação dos diferentes tipos de interações promovidas por licenciandos e/ou professores na construção e/ou execução de suas aulas.

Como comentado acima, a equipe Agrotóxicos conhecia diferentes discussões que poderiam integrar-se para um entendimento complexo da QSC e delinearam-nas em seu planejamento visando ensinar química por meio de uma abordagem multidimensional do fenômeno. Considerando que tais abordagens não restringem-se a paradigmas disciplinares específicos, infere-se que o PCK construído por esta equipe fornece subsídios para um EC

contextualizado, posto que as dimensões mobilizadas pela equipe situam o conteúdo face às suas relações com questões concretas da realidade, como os problemas ambientais e de saúde que as substâncias químicas dos agrotóxicos causam.

Corroborando tal inferência observa-se que a leitura de mundo histórico real se faz presente no PCK construído pela equipe como uma dimensão de avaliação, CAD, em que os licenciandos pretenderam analisar a percepção dos estudantes acerca dos problemas socioambientais - que então já teriam sido discutidos ao longo as aulas – no seu dia a dia. Além disso, esse conhecimento configurou-se também como um CCG dos licenciandos, posto que eles listaram quais conteúdos iriam abordar para construir uma representação que abrangesse as manifestações do assunto na realidade (E2PLE3).

A conexão entre conhecimento de O e CE deu-se, dentre outras formas, por meio do delineamento de objetivos de aprendizagem voltados para a construção de conhecimentos atitudinais, como a elaboração de propostas de intervenção na realidade social e o apontamento de soluções para os problemas discutidos (E2PLO), a serem mediados por estratégias instrucionais de conteúdo, como a chamada à ação, e por meio de atividades como o debate (E2PLE).

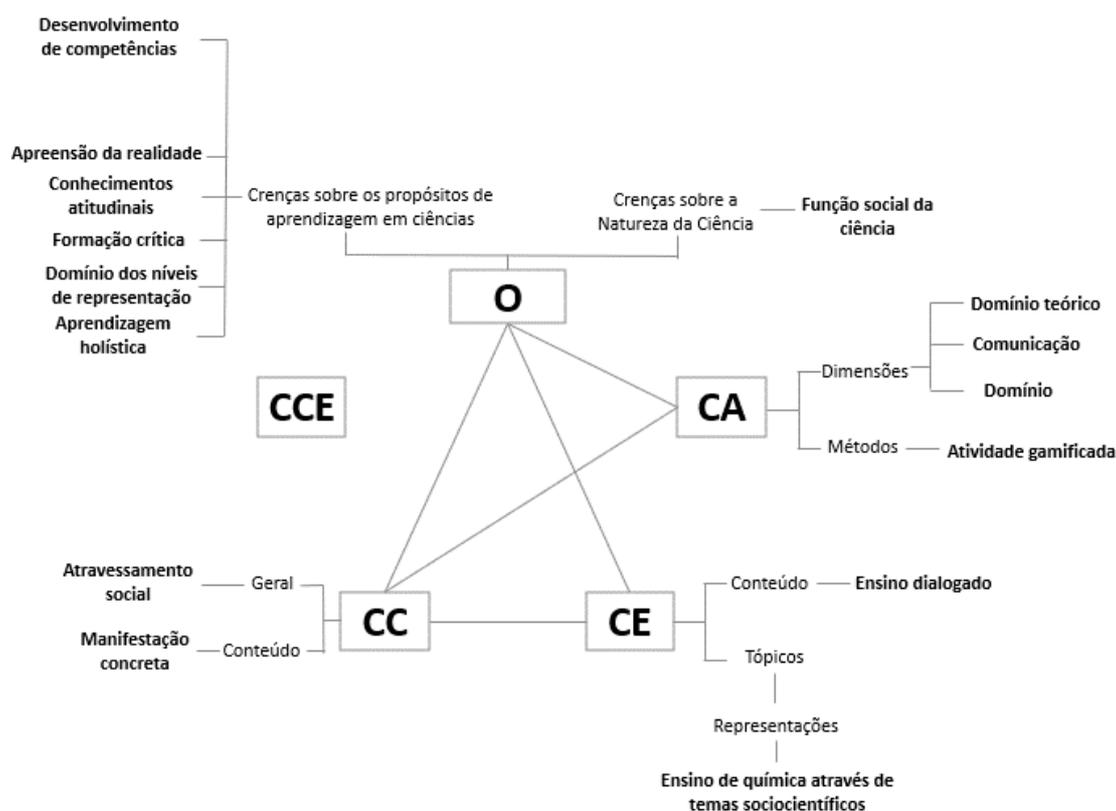
Com isso, entende-se que existe uma inclinação dos licenciandos para o processo de ensino-aprendizagem que supera os limites do paradigma disciplinar e que recai sobre a vida real dos estudantes, fazendo-os perceberem essas interrelações entre o mundo natural e as dimensões sociais, ambientais, econômicas, dentre outras. Considera-se que um PCK estruturado desta forma, com as interações discutidas acima, subsidia os licenciandos para um EC contextualizado, e que esse conhecimento se vê alinhado os escritos de Morin (2018) e Fourez (2002; 1997a) acerca das novas demandas formativas dos professores e estudantes.

Fourez (2002; 1997a) aponta, por exemplo, como uma demanda recorrente advinda dos estudantes, a abordagem dos conteúdos científicos de forma integrada às suas realidades, em detrimento daquela exclusivamente dogmática que observa-se no ensino tradicional de ciências. Em adição, Morin (2018) reforça que o ensino deve posicionar-se diante do problema da

fragmentação e compartimentação do conhecimento, bem como deve considerar a aptidão, que a mente humana apresenta de forma inata, para articular saberes, buscando não atrofiá-la, mas desenvolvê-la. Neste sentido, a reflexão que emerge destas considerações aponta para a importância de o futuro professor de ciências – aqui, particularmente de química – desenvolver, mobilizar e integrar os conhecimentos necessários para trabalhar estes aspectos em sala de aula.

A segunda equipe a manifestar um PCK direcionado para a contextualização foi a equipe Aditivos Alimentares, que o fez por meio da integração entre os conhecimentos OCA – Apreensão da realidade e CCC – Manifestação concreta. A partir da integração destes conhecimentos, os licenciandos construíram uma representação que indica a presença do conhecimento científico em situações da realidade dos indivíduos e/ou da sociedade como um todo (E3PLO1). Visando promover formação crítica aos estudantes, este enquanto conhecimento de O, e sustentando-se no CC sobre o atravessamento social do conteúdo, a equipe planejou instigar os estudantes ao questionamento acerca do consumo excessivo dos aditivos alimentares, bem como a refletir sobre seu próprio consumo, entendendo, neste movimento, as relações das propriedades químicas destas substâncias com os prejuízos à saúde que causam (E3PLO2)

**Figura 13** - Índícios do PCK da equipe Aditivos Alimentares.



**Fonte:** elaborado pela autora.

Neste sentido, a equipe estabelece um contraste com as representações já discutidas até aqui, nas quais inicialmente se introduzia o assunto levantando problemáticas referentes à QSC, e somente depois aprofundava-se no estudo dos princípios disciplinares relacionados. A equipe Aditivos Alimentares, por sua vez, planejou abordar primeiramente os conceitos da química, trabalhando conteúdos como radicais livres e substâncias antioxidantes, e então tecer discussões mais amplas sobre o tema. Com isso, observa-se que a equipe desenhou um modo distinto de aplicar o CETRe - Ensino de química através de temas sociocientíficos, integrando-o à OCA – Domínio dos níveis de representação e ao CCG – Atravessamento social.

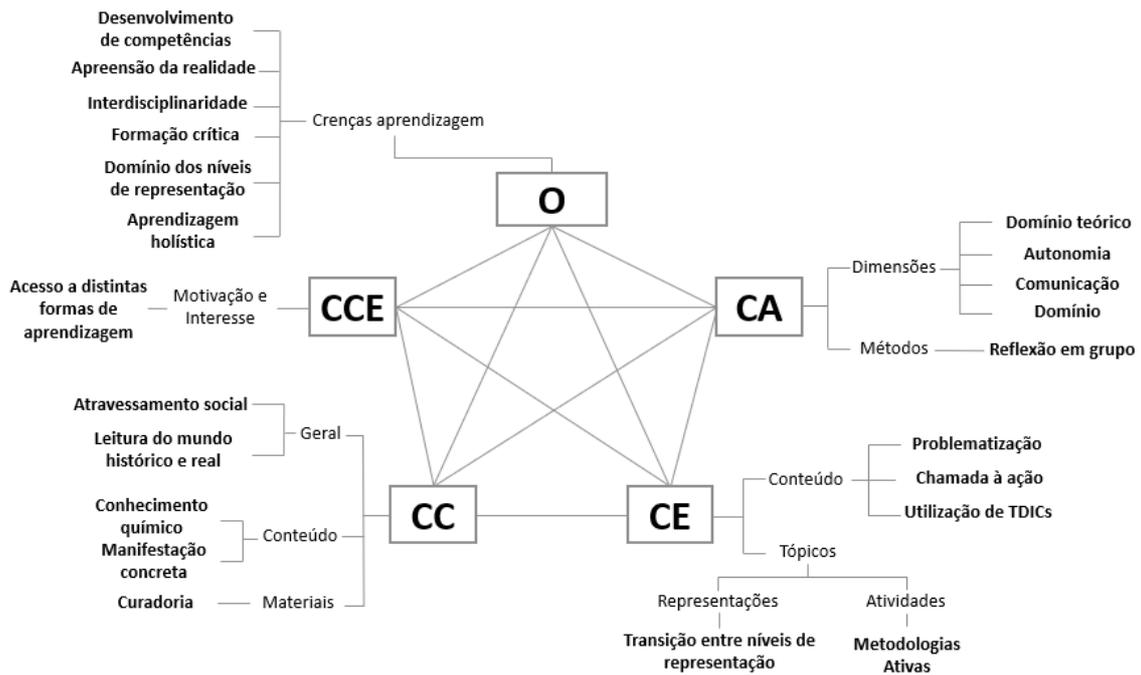
De acordo com Morin (2018), um dos pontos essenciais da missão de ensinar é preparar intelectualmente os indivíduos para responder ao desafio que os problemas do mundo, cada vez mais complexos, impõem ao conhecimento humano. A equipe demonstra estar em consonância com tal ponto, uma vez que planejou uma avaliação na qual os estudantes seriam conduzidos a formularem críticas sobre a presença de aditivos alimentares nos

produtos consumidos diariamente pelas pessoas, após terem estudado e debatido sobre o assunto, e assim construir discursos de conscientização acerca das formas possíveis para melhorar a alimentação e a saúde (E3PLO1).

Neste sentido, infere-se que a equipe demonstra a crença de que a ciência apresenta função social e que a construção de conhecimentos atitudinais é também objetivo da aprendizagem em ciências. Essa relação entre concepção epistemológica e ensino de ciências já havia sido apontada por Fourez (1994), em que levantou o questionamento se as representações dos professores sobre ciência e tecnologia poderiam ser obstáculos para as necessárias reformulações das práticas pedagógicas. Embora tenham indicado implicitamente sua crença sobre a NdC, as atividades propostas pela equipe Aditivos Alimentares, em seu plano de aula, lançam luz sobre a citada reflexão do teórico. Elas demonstram que, de fato, há uma associação direta entre compreensões aprimoradas sobre a ciência e renovação das práticas pedagógicas, uma vez que constroem uma abordagem de ensino na qual os conhecimentos científicos não justificam-se por si só no processo de ensino-aprendizagem em ciências, mas são a base para o entendimento de situações reais e para a tomada de decisões.

Ademais, nota-se a interação entre as orientações para o EC e os CAD relativos à avaliação da comunicação e domínio realizada pela equipe. Com isso, destaca-se a construção de um PCK estruturado para a promoção da contextualização no ensino, posto que os licenciandos sabem o que vão ensinar, por que e como ensinarão o conteúdo de modo a contextualizá-lo, e denotam, ainda, coerência entre estas dimensões do ensino e o que pretendem avaliar a partir delas.

**Figura 14 -** Índícios do PCK da equipe Poluição Atmosférica.



**Fonte:** elaborado pela autora.

Apresentando estratégias de contextualização semelhante à da equipe anterior, a equipe Poluição Atmosférica também planejou trabalhar inicialmente os conceitos da disciplina, CCC – Conhecimento químico, para então levantar discussões contextuais a partir do CCC – Manifestação concreta, propondo aos estudantes o estudo tanto de problemáticas relacionadas aos gases, como o aquecimento global e eutrofização, quanto exemplos de aplicação deste conhecimento, como a revolução industrial e as máquinas a vapor (E6PLE3). Os licenciandos planejaram propor este estudo sugerindo aos estudantes alguns textos retirados de livros e de sites de conteúdo escolar da internet, mobilizando seu CCM – Curadoria.

Nessa proposta pedagógica, a equipe também visou instigar os estudantes a formularem soluções que minimizassem os impactos socioambientais causados pela emissão de gases (E6PLO; E6PLE3), demonstrando possuir orientações para o EC voltadas para a formação crítica. Deste modo, reforçam o delineamento de abordagens contextualizadas que associam o ensino e aprendizagem de conceitos à reflexão, tomada de decisões e ao entendimento do mundo concreto no qual se inserem. Além disso, a equipe planejou avaliar essa transferência de conhecimentos feita pelos estudantes, bem como a comunicação dos mesmos realizada por meio

da elaboração de cartazes, articulando assim os CAD de autonomia, comunicação e domínio.

O CETRe - Transição entre níveis de representação foi mobilizado pela equipe na forma de crescente ampliação do nível de abordagem do assunto, iniciando pelo tratamento dos conceitos abstratos (E6PLE1), perpassando por atividades de simulação (E6PLE2) e finalizando com as discussões das problemáticas ambientais e aspectos sociais a eles relacionados (E6PLE3). Com isso, a OCA da equipe, explícita nos objetivos do seu plano de aula, era promover o domínio desses níveis de representação, bem como uma aprendizagem holística aos estudantes. Integrando o CEM – Acesso à distintas formas de aprendizagem, os licenciandos colocaram que essa abordagem promoveria a contextualização do assunto porque se conectaria à realidade que os estudantes vivem e tornaria, com isso, o ensino mais significativo (E6PLO).

Esse conhecimento das questões sociais, ambientais, políticas, etc, que estão envolvidas, ou que podem ser relacionadas a determinado conteúdo, aqui categorizado como CCG – Atravessamento social, foi manifestado pela equipe Poluição Atmosférica em associação à OCA de desenvolvimento de competências e aprendizagem holística, construindo uma abordagem de ensino que, além de trabalhar conceitos científicos, estende tal teoria para a prática, a partir da qual propõe-se aos estudantes aplicarem o que aprenderam na vida real, pelo que caracterizou-se o CEC – Chamada à ação.

Tendo em vista que a equipe anterior, Aditivos Alimentares, também mobilizou o CCG – Atravessamento social, e que todas as três equipes abordadas nessa seção mobilizaram o CCC – Manifestação concreta, considera-se que estes conhecimentos docentes de currículo se fazem elementares para a construção de abordagens de ensino voltadas à contextualização do conhecimento científico. De igual modo, OCA como Apreensão da realidade e Formação crítica também mostram-se associadas à tal perspectiva de ensino. Quanto ao CAD, os aspectos de autonomia, comunicação e domínio mostraram-se centrais na avaliação dos licenciandos.

É relevante destacar que não foram percebidas abordagens interdisciplinares no PCK das equipes abordadas nesta seção, pelo que infere-

se o delineamento de distintas possibilidades para promoção do ensino contextualizado, dentre as quais o levantamento de dimensões sociais, econômicas, ambientais, culturais, etc, e sua articulação com o conteúdo disciplinar se mostra a principal abordagem adotada pelos licenciandos.

Viu-se também que as equipes construíram diferentes formas de promover articulação entre o mundo abstrato e o concreto. Algumas estratégias de ensino trabalhavam inicialmente uma QSC e então aprofundavam a compreensão da mesma por meio do levantamento de conceitos, modelos e teorias envolvidas. Outras, apresentavam os conteúdos como forma de fundamento para a realização posterior de debates e discussões mais amplas. Neste sentido, percebe-se que, para os licenciandos participantes deste estudo, os conhecimentos científicos podem ser tanto meio quanto fim para a construção de uma correta leitura do mundo atual. Isto é, seja por meio da concretização de conceitos ou ainda da abstração dos problemas reais, a contextualização da ciência é um destino almejado pelos licenciandos, os quais demonstraram conceber diferentes caminhos para alcançá-lo, tendo em vista o diálogo entre escola e sociedade.

## CONCLUSÕES

O objetivo da presente pesquisa foi compreender as implicações de uma atividade formativa de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), denominada metodologia Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), sobre a base de conhecimentos docentes de licenciandos do curso de química.

Assim, dissertou-se sobre **(1) as categorias de conhecimentos docentes mobilizados pelos licenciandos ao longo de sua vivência na metodologia IIR**, cuja identificação deu-se por meio das etapas da ATD de unitarização, categorização e produção de metatextos; **(2) descreveu-se as interações entre os conhecimentos docentes empreendidas pelos licenciandos**; e **(3) caracterizou-se indícios de PCKs construídos pelos licenciandos e as possíveis direções para o EC por eles tensionadas**.

Identificou-se a mobilização das cinco categorias de conhecimentos docentes, as quais foram aprofundadas a partir da construção de subcategorias de conhecimentos relativos a cada um dos domínios.

Acerca do Conhecimento de currículo (CC), foram identificados conhecimentos que refletiram certo domínio da grade curricular de outras disciplinas e das contribuições que as demais áreas do conhecimento podem oferecer quando da análise de determinado objeto de estudo, como a **Abordagem interdisciplinar**. Percebeu-se também uma concepção ativa dos licenciandos frente ao currículo, os quais demonstraram exercer constantemente uma posição reflexiva e crítica sobre as diretrizes formais, ao mesmo tempo que mostraram-se atentos aos novos currículos em vigência, identificado como conhecimento de **(re)Construção Intencional**. Além disso, as equipes também construíram abordagens interdisciplinares por meio do resgate de distintas perspectivas para resolução de problemas concretos, demonstrando estarem aptos para abordar a complexidade do mundo em suas aulas, bem como para promoverem ricas abordagens de um assunto, identificando nele sentidos outros que o tornam mais próximos do mundo concreto, denominado como conhecimento da **Multidimensionalidade dos fenômenos**.

Também foram identificadas subcategorias emergentes do CC, nas destaca-se o carácter complementar que elas apresentam enquanto

abordagens sobre o currículo. De um lado, o conhecimento de conteúdo, em que disserta-se acerca da valorização do **Conhecimento químico** e das formas de representá-lo considerando suas dimensões epistêmicas e sociológicas, conhecimento este caracterizado como **Abordagem metacientífica**. E do outro lado, o conhecimento do currículo geral conduz para a construção de significados aos conceitos, teorias e leis da química por meio do estabelecimento de diálogos entre eles e as situações concretas do mundo, identificado como **Atravessamento social** do seu dimensionamento em relação ao espaço e território no qual os indivíduos se inserem e do reconhecimento das relações de poder que eles implicam, conhecimento este denominado **Territorialização**.

Acredita-se que estes conhecimentos docentes tecem contribuições para a formação de futuros professores de química em termos de ampliação do repertório de conteúdo e de relações que podem ser construídas entre ele e as dimensões sociais, econômicas, ambientais, políticas, dentre outras, que circundam os estudantes, a escola, a sociedade enfim. Considera-se também que essa concepção ampliada do currículo, sustentada por abordagens dicotômicas e complementares, reforça a complexidade presente na base de conhecimentos docentes mobilizados pelos licenciandos na atividade formativa aqui investigada.

Quanto às orientações para o EC, notou-se que os licenciandos mobilizaram diferentes orientações para o ensino de ciências a partir da atividade formativa vivenciada, demonstrando possuir como alvo distintos aspectos de aprendizagem e de desenvolvimento para os estudantes, os quais perpassam pelo **Desenvolvimento de competências** (científicas, alinhadas à ACT e à BNCC), pela **Apreensão da realidade** e adequada leitura de mundo, pela **Domínio dos níveis de representação** do conhecimento científico e de sua aplicação em situações concretas, e por fim, os alvos de aprendizagem abrangem também o desenvolvimento da criticidade para tomada de decisões e atuação em sociedade por meio da **Formação Crítica**. Identificou-se algumas concepções epistemológicas que perpassam pela crença acerca da **Função social da ciência**, a qual constituiu-se fundamento de abordagens instrucionais atentas aos múltiplos e complexos problemas que fazem parte da

vivência dos estudantes enquanto cidadãos, cujo estudo oferece oportunidades para construção de novas atitudes e valores.

Em relação ao conhecimento de estratégias instrucionais para o EC, observou-se que a metodologia IIR construiu oportunidades para os licenciandos ampliarem seu repertório de conhecimentos, representações, atividades e demais abordagens de ensino. Valendo-se de estratégias instrucionais de conteúdo como a **Problematização e Chamada à ação**, os futuros professores colocaram em evidência a relação da ciência com aspectos sociológicos, elucidando maneiras de promover um EC mais contextualizado, como pelo exercício de reflexão e, em especial, pela condução à tomada de consciência e de ações diante dos problemas existentes na sociedade atual e, conseqüentemente. Outros conhecimentos de estratégias instrucionais também inclinaram-se nesta perspectiva, como a **Abordagem multidimensional de um fenômeno**, por meio da qual os licenciandos delinearão formas de atrelar os conceitos a aspectos da realidade que superam a dimensão natural e cruzam-se com questões sociais, ambientais, dentre outros.

Quanto ao conhecimento da avaliação da aprendizagem em ciências, observou-se uma diversidade de instrumentos, procedimentos e atividades avaliativas planejadas pelos licenciandos, os quais distanciaram-se da tradicional utilização de provas em direção a construção de métodos de avaliação contínuos, dinâmicos e voltados para verificação de outras dimensões da aprendizagem para além do domínio conceitual. Como discutido, as equipes consideraram relevante avaliar também aspectos como a Autonomia, **Comunicação** e **Domínio**, bem como a **Leitura De Mundo Histórico Real**, aspectos estes que contemplam a formação em ACT.

Por fim, as subcategorias do conhecimento da compreensão dos alunos em ciências identificadas apontaram para uma constante preocupação dos licenciandos em trabalhar os níveis de representação da química, de modo a mitigar as dificuldades de **Assimilação de conteúdos abstratos**, por meio da abordagem dos conceitos desde o campo abstrato até sua contextualização no mundo real. Neste sentido, foram apontados como fatores que poderiam incentivar o interesse e motivação na aprendizagem dos conteúdos a **Aproximação à realidade**, enquanto forma de conectar o assunto da disciplina

às situações concretas vivenciadas na sociedade, a **Adaptação da linguagem** e o **Acesso a diferentes formas de aprendizagem**. Por fim, as equipes também demonstraram a concepção de que os estudantes têm a necessidade de ter **Acesso aos conteúdos formalizados**, uma vez que essa formação complementa o desenvolvimento de adequada leitura de mundo.

Na segunda parte do capítulo 3 foram descritas as interações que os licenciandos promoveram entre os conhecimentos docentes mobilizados, em que observou-se que o Conhecimento de currículo (CC) foi central nas discussões e reflexões dos licenciandos, a partir do qual os licenciandos refletiram sobre aspectos como as formas de situar o conteúdo em contextos para além da disciplina de química, as relações que os conceitos químicos estabeleciam com problemas concretos da sociedade, os sentidos que se pode construir para os conteúdos, dentre outros que mobilizaram os demais conhecimentos docentes da base. Daí a posição central deste conhecimento e as distintas interações que ele apresentou com os demais.

Além disso, constatou-se que, dentre as interações do CC com os demais conhecimentos, destaca-se a tríade que ele estabeleceu com o conhecimento das Orientações para o ensino de ciências (O) e o Conhecimento das estratégias instrucionais para o ensino de ciências (CE). Porém, embora tenha sido identificado esse arranjo específico entre os conhecimentos docentes, o modo pelo qual cada equipe implementou tal interação entre estes conhecimentos variou, pelo qual foram articulados distintos componentes e aspectos de cada domínio.

Enfatiza-se, com isso, a complexidade que circunda os conhecimentos docentes, bem como sua mobilização e integração pelos professores, particularmente aqueles em formação. Com isso, defende-se o estudo deste aporte teórico, bem como sua investigação empírica por parte dos futuros professores de ciências, de modo que lhes sejam oportunizados momentos de reflexão e debate acerca do conjunto de conhecimentos que devem desenvolver para o exercício da profissão e, particularmente, para a promoção de abordagens de ensino alinhadas às formulações da ACT.

Destaca-se, por último, a constante interação promovida entre o Conhecimento da compreensão dos alunos em ciências (CE) e o CC e de O,

por meio da qual os licenciandos delinearam diferentes formas de atentar às características dos estudantes, utilizando-as como fundamento do currículo selecionado e reforçando o alinhamento daquelas para com as orientações para o EC por eles cultivadas. Com isso, ressalta-se a importância dos cursos de licenciatura propiciarem oportunidades de contato entre escola-universidade, a partir das quais os futuros professores poderão interagir com os estudantes, conhecendo suas dificuldades de aprendizagem, equívocos, necessidades, bem como identificando a realidade da escola, da comunidade, etc, debatendo e refletindo sobre ela. Com tal vivência, acredita-se que os futuros professores poderiam integrar melhor o CE com os demais conhecimentos da base, colocando em prática em sala de aula.

Por fim, na terceira parte do capítulo 3 debruçou-se na caracterização dos indícios de PCKs delineados por cada equipe em seus planos de aula, por meio da análise das mobilizações e interações entre os conhecimentos docentes promovidas pelos licenciandos. Com isso, embora se reconheça que os PCKs dos licenciandos encontram-se em estágio de construção inicial, notou-se duas direções para o EC que os mesmos apontavam, estas sendo a interdisciplinaridade e a contextualização, as quais foram interpretadas sob a luz das reflexões epistemológicas de Fourez (2003; 1997a) e Morin (2018).

Os pressupostos teóricos aqui adotados colocam que a prática da interdisciplinaridade consiste no confronto e integração das disciplinas visando a resolução de um problema concreto. Neste sentido, as equipes mostraram-se alinhadas, visto que as abordagens de ensino identificadas a partir dos indícios de seus PCKs apontam para a discussão de problemas como as causas e consequências da automedicação, as mudanças climáticas na região amazônica e os riscos da dependência química. Assim, os licenciandos delinearam diferentes maneiras de promover um EC interdisciplinar para abordar estas questões, como pela abordagem de aspectos característicos de outras disciplinas, pelo posicionamento do conteúdo químico no cerne da problemática, pelo levantamento das distintas dimensões que se relacionam a determinado fenômeno e, com isso, pela construção de pontes entre o conhecimento científico e a vida real.

Por mais que se considere relevante notar a presença de inclinações para abordagens de ensino interdisciplinares, considera-se que a real contribuição dada neste aspecto reside na elucidação dos demais conhecimentos docentes mobilizados que relacionam-se e fomentam tal perspectiva de ensino, como a abordagem interdisciplinar, enquanto Conhecimento de Currículo Horizontal, e a multidimensionalidade dos fenômenos, por sua vez encaixado como Conhecimento de Currículo Geral (CCG), os quais se mostraram presentes em todos os PCKs inclinados à interdisciplinaridade. Ou ainda o Conhecimento de Avaliação das Dimensões de aprendizagem em ciências (CAD) referente à análise do desenvolvimento da leitura de mundo histórico real, da autonomia, comunicação e domínio - objetivos da ACT -, os quais também mostraram-se intrinsecamente associados aos PCKs voltados para a articulação das disciplinas.

Quanto à contextualização, observou-se que as abordagens de ensino construídas pelos licenciandos perpassam pela superação dos limites do paradigma disciplinar e recaem sobre a vida real dos estudantes, visando fazer os mesmos perceberem essas interrelações entre o mundo natural e seus aspectos sociais, ambientais, econômicos, dentre outras. Nessa perspectiva, os conhecimentos científicos não justificam-se por si só no processo de ensino-aprendizagem em ciências, mas são a base para o entendimento de situações concretas do mundo e para a tomada de decisões. Com isso, aponta-se o alinhamento dos licenciandos às formulações da ACT e, assim, às novas demandas que recaem sobre o EC.

É válido ressaltar também que a proposta em direcionar à definição da situação-problema para o ensino de ciências foi elementar para conduzir à elaboração de uma representação que culminou na construção inicial do conhecimento pedagógico do conteúdo. Cada indício deste conhecimento aqui analisado refletiu uma complexidade que percebe-se partir da proposta da metodologia IIR, particularmente devido ao compromisso que esta possui para com as formulações da Alfabetização Científica e Tecnológica. Soma-se, neste ponto, a discussão de questões sociocientíficas proposta aos licenciandos, que potencializou a mobilização de distintas áreas e, conseqüentemente, implicou

em reflexões mais amplas, mas ainda atentas ao processo de ensino-aprendizagem e férteis de articulações da base de conhecimentos docentes.

Destaca-se também algumas implicações para as pesquisas na área que emergem deste ponto. Se faz elementar a explanação acerca dos demais conhecimentos docentes que o (futuro) professor deve dominar em vista a promover um EC que contemple as novas demandas formativas para os indivíduos do século XXI. Aqui adotou-se a ACT, porém, outras perspectivas epistemológicas acerca da formação de professores de ciências podem ser adotadas de modo a ampliar o que se sabe acerca da base de conhecimentos docentes mobilizada e integrada pelos professores, estejam eles em formação ou em exercício. Ainda, tendo em vista a utilização do mapa do PCK para elucidação dos indícios deste conhecimento construído pelos licenciandos a partir da atividade formativa aqui investigada, considera-se que a forma como ele foi desenhado forneceu análises qualitativas mais eficazes para visualização explícita de quais conhecimentos são potenciais para a promoção de um EC interdisciplinar e contextualizado, assim como das interações entre eles ocorridas que subsidiam a construção de um PCK coerente e sofisticado. Ao invés de focar em uma análise quantitativa, restrita a fatores como frequência de mobilização dos conhecimentos, quantidade de interações ocorridas, dentre outros, elaborou-se apontamentos qualitativos sobre a base de conhecimentos mobilizada e integrada.

Com isso, aponta-se, para as futuras pesquisas da área, o potencial de aprofundamento e melhoria da aplicação desta análise. Pesquisas que estejam interessadas em elucidar as distintas e complexas maneiras pelas quais os professores podem conduzir abordagens de ensino alinhadas às novas demandas do EC podem valer-se do mapa de PCK aqui delineado, de modo a produzir análises mais detalhadas sobre o conjunto de conhecimentos docentes selecionados e articulados pelos professores e/ou futuros professores de ciências.

Por último, declara-se que a trajetória desta pesquisa foi motivada pelo interesse sempre presente e, por vezes destacado na dissertação, em defender os professores enquanto profissionais dotados de múltiplos e exclusivos conhecimentos, atuantes de um fazer complexo e contribuintes da

formação e desenvolvimento dos indivíduos e da coletividade. Os professores, e aqui considero também aqueles e aquelas em formação, constituem parte elementar da educação, e é pela sua valorização que pode-se caminhar em direção a emancipação dos indivíduos e, conseqüentemente, da sociedade.

## REFERÊNCIAS

ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A.; ARAGÓN, M. M. Un caso de Historia de la Ciencia para aprender Naturaleza de la Ciencia: Semmelweis y la fiebre puerperal. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 13 (2), p. 408-422, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/920/92044744013.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2020.

ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A. Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, 13 (1), 3-19, 2016. Disponível em: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2949>. Acesso em: 8 jun. 2020.

ALMEIDA, A. V.; FARIAS, C. R. O. A natureza da ciência na formação de professores: reflexões a partir de um curso de licenciatura em ciências biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências – V16(3)**, pp. 473-488. 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/222>. Acesso em: 8 jun. 2020.

ALMEIDA, P. A. BIAJONE, J. Saberes docentes e formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.33, n.2, p. 281-295, maio/ago. 2007, p. 281-295. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022007000200007&script=sci\\_abstract&lng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022007000200007&script=sci_abstract&lng=pt). Acesso em: 8 jun. 2020.

BAGDONAS, A.; SILVA, C. C. Enhancing Teachers' Awareness About Relations Between Science and Religion The Debate Between Steady State and Big Bang Theories. **Science & Education**, v. 24:1173–1199, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11191-015-9781-7.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2020.

BEJARANO, N. R. R.; ADURIZ-BRAVO, A. Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 967-982, 2019. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132019000400967&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132019000400967&script=sci_arttext). Acesso em: 8 jun. 2020.

CACHAPUZ, A. *et al.* **A necessária renovação do ensino de ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 248p.

COFRE *et al.* A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science. **Science & Education**, v. 28: p. 205–248, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-019-00051-3>. Acesso em: 8 jun. 2020.

CUTRERA, G. E. La actividad científica y la génesis del conocimiento científico

en los textos escolares de ciencias naturales. Un análisis de clasificación. **Revista Iberoamericana de Educación**. On line. 2003. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/deloslectores/672Cutrera.PDF>. Acesso em: 8 jun. 2020.

DEMIRDOGEN, B. Interaction Between Science Teaching Orientation and Pedagogical Content Knowledge Components. **Journal of Science Teacher Education**, v.27: p.495–532, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1007/s10972-016-9472-5>. Acesso em: 16 nov. 2020.

DÍAZ-MORENO *et al.* Operaciones y destrezas implicadas en la toma de decisiones sobre una problemática energética, identificadas por maestros en formación inicial. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 15 (2), 2601, 2018. Disponível em: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3562>. Acesso em: 8 jun. 2020.

ESCRIVÀ-COLOMAR, I.; RIVERO-GARCIA, A. Progresión de las ideas de los futuros maestros sobre la construcción del conocimiento científico a través de mapas generados en una secuencia de atividades. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 14 (1), 199-214, 2017. Disponível em: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3019>. Acesso em: 8 jun. 2020.

FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de Ciências. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 2, p. 500-528, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v17n2/1983-2117-epec-17-02-00500.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2020.

FOUREZ, G. Crise no Ensino de Ciências?. Tradução de Carmem Cecília de Oliveira. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/542/337>. Acesso em: 11 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. Scientific and Technological Literacy as a Social Practice. **Social Studies Of Science**, v. 27, p. 903-936, 1997a. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/030631297027006003>. Acesso em: 11 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. Qu'entendre par 'flot de rationalité' et par 'flot interdisciplinaire de rationalité'. **Aster**, n°25, 1997b. Disponível em: <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/RA025-10.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2020.

FOUREZ, G. **A construção das ciências**: Introdução à Filosofia e à ética das ciências. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: UNESP, 319f, 1995.

FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica**: acerca de las

finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires: Colihue, 249f, 1994.

FOUREZ, G.; MAINGAIN, A.; DUFOUR, B. **Abordagens Didáticas da Interdisciplinaridade**. Instituto Piaget, 319f, 2002.

FOUREZ, G.; MATHY, P.; ENGIEBERT-LECOMTE. Um Modèle pour un travail interdisciplinaire. **Aster**, Paris , v. 17, 1993. Disponível em: <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/8589>. Acesso em: 23 abr. 2020.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da pesquisa-ação. **Educação e Pesquisa**, v. 31, p. 483-502, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a11v31n3.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2020.

FUERTES-PRIETO, M. A. *et al.* Pre-service Teachers' False Beliefs in Superstitions and Pseudosciences in Relation to Science and Technology. **Science & Education**, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-020-00140-8#article-info>. Acesso em: 8 jun. 2020.

GALILI, I. Towards a Refined Depiction of Nature of Science. **Science & Education**, v. 28:503–537, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11191-019-00042-4.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2020.

GARCÍA-CARMONA, A.; ACEVEDO-DÍAZ, J. A. Learning About the Nature of Science Using Newspaper Articles with Scientific Content A Study in Initial Primary Teacher Education. **Science & Education**, v. 25:523–546, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-016-9831-9>. Acesso em: 8 jun. 2020.

GENCER, S.; AKKUS, H. The topic-specific nature of experienced chemistry teachers' pedagogical content knowledge in the topics of interactions between chemical species and states of matter. **Chemistry Education Research and Practice**, DOI: 10.1039/D0RP00258E, v. , 22: p. 498-51, 2021. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/rp/d0rp00258e>. Acesso em: 02 jun. 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed., São Paulo: Editora Atlas, 2008.

GRECA, I. M.; VILLAGRA, J. A. M.; OJEDA, M. D. La formación en ciencias de los estudiantes del grado en maestro de Educación Primaria. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 2, 231-256, 2017. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC\\_16\\_2\\_4\\_ex1068.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_2_4_ex1068.pdf). Acesso em: 8 jun. 2020.

HAN-TOSUNOGLU, C.; LEDERMAN, N. Developing an instrument to assess pedagogical content knowledge for biological socioscientific issues. **Teaching and Teacher Education**, v.97, 103217, 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/344652431\\_Developing\\_an\\_instrument](https://www.researchgate.net/publication/344652431_Developing_an_instrument)

nt\_to\_assess\_pedagogical\_content\_knowledge\_for\_biological\_socioscientific\_issues. Acesso em: 18 nov. 2020.

HIDALGO, J. M.; SCHIVANI, M.; SILVA, M. M. História e Filosofia da Ciência na formação docente: trabalhando com animações digitais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 805-850, dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n3p805>. Acesso em: 8 jun. 2020.

JUSTI, R.; MENDONÇA, P. C. C. Discussion of the Controversy Concerning a Historical Event Among Pre-service Teachers: Contributions to Their Knowledge About Science, Their Argumentative Skills, and Reflections About Their Future Teaching Practices. **Science & Education**, v. 25:795–822, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-016-9846-2>. Acesso em: 8 jun. 2020.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Tradução Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Artmed, 1999. Acesso em: 6 jul. 2020.

LOUGHRAN, J; MULHALL, P; BERRY, A. In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. **Journal of research in science teaching**, v. 41, n. 4, p. 370-391, 2004. Disponível em: <https://seminariorepensarlabioquimica.files.wordpress.com/2013/01/loughran-et-al-jrst-2004.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

LOZANO *et al.* El desarrollo de una línea metacientífica para la enseñanza del modelo de presión arterial en la formación del profesorado en Biología. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 3, p. 564-580, 2018. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC\\_17\\_3\\_3\\_ex1330.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_3_3_ex1330.pdf). Acesso em: 8 jun. 2020.

MAVHUNGA, E. Revealing the Structural Complexity of Component Interactions of Topic-Specific PCK when Planning to Teach. **Research in Science Education**, DOI: 10.1007/s11165-015-9483-9, v. 46(6): p. 831–855. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/324222956\\_Revealing\\_the\\_structural\\_complexity\\_of\\_TSPCK\\_components](https://www.researchgate.net/publication/324222956_Revealing_the_structural_complexity_of_TSPCK_components). Acesso em: 27 abr. 2021.

MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J.; BORKO, H. Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In: **Examining pedagogical content knowledge**. Springer Netherlands, 1999. p. 95-132. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/0-306-47217-1>. Acesso em: 20 mai. 2020.

MELO, E.; BACHTOLD, M. A Theater-Based Device for Training Teachers on the Nature of Science. **Science & Education**, v. 27, p. 963-986, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-018-0009-5?shared-article-renderer>. Acesso em: 8 jun. 2020.

MILARÉ, T. Aspectos da formação de professores no desenvolvimento de uma ilha interdisciplinar de racionalidade sobre uso de misturas caseiras na limpeza. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25 (2), p. 221-234, 2020. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1724>. Acesso em: 10 nov. 2020.

MORAES, R. Uma Tempestade de Luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, São Paulo, v.9, n.2, p. 191 – 211, 2003. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1516-73132003000200004&lng=pt&nrm=iso&tling=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1516-73132003000200004&lng=pt&nrm=iso&tling=pt). Acesso em: 6 jul. 2020.

MOREIRA, H. Critérios e estratégias para garantir o rigor na pesquisa qualitativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 405-424, jan./abr. 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/6977>. Acesso em 6 jul. 2020.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

\_\_\_\_\_. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Tradução de Eloá Jacobina. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. Edição de 2018.

NILSSON, P.; KARLSSON, G. Capturing student teachers' pedagogical content knowledge (PCK) using CoRes and digital technology. **International Journal of Science Education**, DOI: 10.1080/09500693.2018.1551642, v. 41(4): p. 419–447. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500693.2018.1551642>. Acesso em: 14 mai. 2021.

OLIVEIRA, A. C. D. **Alfabetização científica e tecnológica na formação inicial de professores de química**. Araras/SP, 119f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de São Carlos, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11335>. Acesso em: 17 jun. 2020.

OLIVEIRA, T.; MOZZER, N.; NETO, N. **Um olhar sobre a noção de saberes docentes na abordagem de Questões Sociocientíficas por professores de Ciências**. In: XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2021. Disponível em: [https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO\\_COM\\_PLETO\\_EV155\\_MD1\\_SA102\\_ID1553\\_23062021102527.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COM_PLETO_EV155_MD1_SA102_ID1553_23062021102527.pdf). Acesso em: 16 nov. 2020.

PÁDUA, E. **Metodologia da pesquisa: Abordagem teórico-prática**. Papirus Editora, 10 ed, 2004.

PARK, S.; OLIVER, S. Revisiting the conceptualization of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. **Research in Science Education**, New York, v. 38, p. 261-284,

2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/226913985\\_Revisiting\\_the\\_Conceptualisation\\_of\\_Pedagogical\\_Content\\_Knowledge\\_PCK\\_PCK\\_as\\_a\\_Conceptual\\_Tool\\_to\\_Understand\\_Teachers\\_as\\_Professionals](https://www.researchgate.net/publication/226913985_Revisiting_the_Conceptualisation_of_Pedagogical_Content_Knowledge_PCK_PCK_as_a_Conceptual_Tool_to_Understand_Teachers_as_Professionals). Acesso em: 20 mai. 2020.

PARK, S.; CHEN, Y. Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. **Journal of Research in Science Teaching**, DOI: 10.1002/tea.2102, v. 49(7): p. 922-941, 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/259129069\\_Mapping\\_Out\\_the\\_Integration\\_of\\_the\\_Components\\_of\\_Pedagogical\\_Content\\_Knowledge\\_PCK\\_Examples\\_From\\_High\\_School\\_Biology\\_Classrooms](https://www.researchgate.net/publication/259129069_Mapping_Out_the_Integration_of_the_Components_of_Pedagogical_Content_Knowledge_PCK_Examples_From_High_School_Biology_Classrooms). Acesso em: 09 dez. 2020.

REIS, N. A. **Abordagem contextual no âmbito do processo formativo do PIBID**. São Cristovão, 143 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, 2016. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/5123>. Acesso em: 8 jun. 2020.

RUTT, A.; MUMBA, F. Developing Preservice Teachers' Understanding of and Pedagogical Content Knowledge for History of Science–Integrated Science Instruction. **Science & Education**, v. 28:1153–1179, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11191-019-00089-3.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2020.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013. 624 p.

SANTOS, A. O. **Concepções de professores atuantes e em formação sobre história da química e a natureza da ciência**. São Cristovão, 123 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, 2016. Disponível em: [http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFS-2\\_d8c623d31451f9fea053bdca70e897a0](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFS-2_d8c623d31451f9fea053bdca70e897a0). Acesso em: 8 jun. 2020.

SANTOS, M. E. M. **Concepções sobre ciência, tecnologia e sociedade e concepções de ensinar de futuros professores de ciências inseridos em um projeto baseado em arranjos produtivos locais**. São Cristovão, 180 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, 2017. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/7293>. Acesso em: 8 jun. 2020.

SHULMAN, L. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, 15(1), p. 4–14. 1986. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/321512261\\_Those\\_who\\_Understand\\_Knowledge\\_Growth\\_in\\_Teaching](https://www.researchgate.net/publication/321512261_Those_who_Understand_Knowledge_Growth_in_Teaching). Acesso em: 23 abr. 2020.

\_\_\_\_\_. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, 57(1), p. 1–22. 1987. Disponível em: <https://meridian.allenpress.com/her/article-abstract/57/1/1/31319/Knowledge-and-Teaching-Foundations-of-the-New?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 23 abr. 2020.

SILVA, B. V. C. **O desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo referente à temática Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Física**. 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P. O conhecimento pedagógico do conteúdo referente ao tema Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 735-768, dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n3p735>. Acesso em: 8 jun. 2020.

SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P. Uma proposta para avaliação do desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de futuros professores de Física acerca da temática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 389-413, ago. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n2p389>. Acesso em: 8 jun. 2020.

SOUZA, R. S. & GALIAZZI, M. C. Compreensões Acerca da Hermenêutica na Análise Textual Discursiva. **Contexto & Educação**, n. 100, Set./Dez-2016. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/6395>. Acesso em: 6 jul. 2020.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 1986.

WAN, D.; ZHANG, H.; WEI, B. Impact of Chinese Culture on Pre-service Science Teachers' Views of the Nature of Science. **Science & Education**, v. 27:321–355, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-018-9968-9>. Acesso em: 8 jun. 2020.

## APÊNDICE 1

### Etapas da metodologia Ilha Interdisciplinar de Racionalidade proposta por Fourez e colaboradores (1993)

Etapas da Metodologia Ilha Interdisciplinar de Racionalidade	Descrição
<b>0 - Definição da situação-problema da IIR<sup>1</sup></b>	Levantamento, negociação e definição do problema a ser trabalhado ao longo das ações.
<b>1 – Elaboração de um ‘clichê’ da situação:</b>	Levantamento das representações dos participantes sobre o problema, a serem apresentadas por meio de perguntas.
<b>2 – Elaboração do panorama espontâneo</b>	Listagem dos atores envolvidos
	Pesquisa de normas e condições impostas pela técnica
	Listagem dos jogos de interesse e das tensões
	Listagem das caixas-pretas possíveis para o problema proposto
	Listagem de bifurcações
<b>3 – Consulta aos especialistas e às especialidades</b>	Negociação e definição dos especialistas e especialidades a serem consultados para obtenção de respostas às perguntas levantadas sobre o problema
<b>4 – Ir à campo</b>	Consulta aos especialistas por meio de entrevistas, troca de <i>e-mails</i> , etc.
<b>5 – Abertura aprofundada de algumas caixas-pretas e descoberta de princípios disciplinares</b>	Levantamento dos aspectos disciplinares (conceitos, teorias, processos, etc) relacionados ao problema
<b>6 – Esquematização global da representação</b>	Elaboração de um esquema a partir do qual as questões respondidas até então serão relacionadas e uma síntese parcial da IIR será feita
<b>7 – Abertura de algumas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas</b>	Pesquisa e leituras que contemplem as perguntas e especialidades levantadas sobre o problema
<b>8 – Síntese da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade produzida</b>	Elaboração, de forma oral ou escrita, da representação interdisciplinar, por meio de reflexões e cruzamento das diferentes informações obtidas e discussões realizadas ao longo do processo.

**Fonte:** elaborado pela autora.

## APÊNDICE 2

### **Questionário aplicado na etapa 5 da metodologia IIR – Identificação dos princípios disciplinares**

1. Em quais unidades de conteúdo a IIR (considerando seu tema e problemática) pode ser trabalhada?
2. Quais princípios disciplinares (conceitos, teorias, leis, equações, modelos, etc) seriam ensinados usando a IIR que sua equipe está produzindo (considerando seu tema e problemática)?
3. Elabore objetivos (geral e específicos) de aprendizagem relacionados à IIR que está sendo produzida pela equipe.

## APÊNDICE 3

### Modelo de plano de aula solicitado ao final da metodologia IIR

#### PLANO DE AULA

1. IDENTIFICAÇÃO	
TEMA:	
SÉRIE:	EQUIPE:
DURAÇÃO: <i>(nº de aulas e duração das aulas – Ex: 8 aulas de 50 minutos)</i>	
2. OBJETIVOS	
<p><i>O que pretende-se que os estudantes aprendam tendo em vista o que foi trabalhado na IIR elaborada pela equipe?</i></p> <p><i>Ao final da aula, o estudante deverá:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Objetivo geral:</b> <i>Exemplos:</i><ul style="list-style-type: none"><li>- Conhecer...</li><li>- Demonstrar...</li><li>- Valorizar...</li></ul></li><li>• <b>Objetivo específicos:</b> <i>Exemplos:</i><ul style="list-style-type: none"><li>- Explicar...</li><li>- Questionar...</li><li>- Identificar...</li><li>- Relacionar...</li><li>- Apontar...</li><li>- Distinguir...</li></ul></li></ul>	
3. CONTEÚDO DA AULA	
<p><i>Quais informações, dentro daquelas discutidas e coletadas na elaboração da IIR, são consideradas imprescindíveis para abordar em uma aula sobre o tema?</i></p>	

*Quais conhecimentos científicos serão trabalhados?*

*Quais conhecimentos e discussões sobre a ciência serão trabalhados?*

*Qual ordem os tópicos seguiriam? Como os tópicos estariam relacionados?*

*Exemplo:*

- *Tópico A*
- *Tópico B*
  - *Subtópico BA*
  - *Subtópico BB*
  - *Subtópico BC*
- *Tópico C*
  - *Subtópico CA*
    - *Subtópico CAA*
- *Tópico D*
- *Tópico E*

#### 4. ESTRATÉGIA DE ENSINO

*O que você planejaria fazer para aplicar em sala de aula o que foi trabalhado na IIR?*

*Que procedimentos/estratégias você empregaria para ensinar este tema em sala de aula?*

##### **AULA 1**

**Momento 1** *descrição do primeiro momento planejado para a aula*

**Atividade:** *apresentação em Powerpoint / leitura de textos / pesquisa na internet / apresentação de vídeo / dinâmica / debate / experimento / etc*

**Tempo estimado:** *tempo de duração estimado para o momento*

**Recursos utilizados:** *pinceis / Datashow / computador / post-its / cartolinas / laboratório de informática / laboratório de ciências / quadra da escola / etc*

**Procedimentos:** *sequência de ações que o(a) professor(a) realizará na atividade desse momento*

1. *Inicialmente, será apresentado/discutido/solicitado...*
2. *Em seguida, o(a) professor(a) irá dividir a turma em grupos para...*
3. *Com a turma dividida em grupos, o(a) professor(a) irá distribuir/informar...*

**Anexos:** *link do vídeo / link do texto / texto na íntegra / roteiro do experimento / etc (se aplicável)*

**Momento 2** *descrição do segundo momento planejado para a aula*

**Atividade:**

**Tempo estimado:**

**Recursos utilizados:**

**Procedimentos:**

Anexos:

**AULA 2**

**Momento 3**

...

**5. AVALIAÇÃO**

*Que maneiras específicas você utilizaria para avaliar a compreensão ou a confusão dos estudantes sobre este tema?*

*O que seria avaliado nos estudantes?*

**Forma(s) de avaliação(ões):**

**Dimensão(ões) e/ou conteúdo(s) em avaliação:**

**Recursos utilizados:**

**6. REFERÊNCIAS (bibliográficas e eletrônicas)**

## APÊNDICE 4

### **Roteiro de entrevista aplicado ao final da metodologia IIR**

#### **A respeito da IIR construída (sua temática, problemáticas, tópicos abordados, dentre outros aspectos) e do plano de aula elaborado:**

1. Ao elaborar o plano de aula a partir da IIR, o que você gostaria que os estudantes do ensino médio aprendessem sobre o tema?
2. Por que é importante para estudantes do ensino médio aprender este tema?
3. O que você acha que caracteriza o ensino de ciências eficaz?
4. O que você acha que torna um problema um problema sóciocientífico?
5. Você acha que um professor de química deveria gastar tempo ensinando sobre questões sóciocientíficas? (Por quê?)
6. Você diria que o ensino de questões sóciocientíficas está relacionado ao contexto do ambiente escolar e comunitário? (Se sim, por quê? Se não, por quê?)
7. Enquanto futuro professor de química, quais características da natureza da ciência influenciariam suas aulas?
8. Levando essas características em consideração, como você abordaria isso em aula?
9. Você acha que alguma visão inadequada sobre a ciência pode ser trabalhada a partir do tema?

#### **Relembrando o plano elaborado a partir da IIR...**

10. Qual a vantagem de usar as estratégias de ensino definidas no plano [nele]?
11. Qual das atividades planejadas você acha que daria mais certo para promover a aprendizagem sobre o tema de uma turma do ensino médio?

#### **Considerando especificamente o tema da IIR construída...**

12. Como você acha que os estudantes do ensino médio melhor aprendem química?
13. Quais seriam as dificuldades e limitações ligadas ao ensino e à aprendizagem deste tema?
14. Quais podem ser alguns dos equívocos dos estudantes do ensino médio sobre o tema?
15. Como você abordaria tais equívocos em aula?
16. Que conhecimento sobre as características dos estudantes do ensino médio teria influência no seu ensino sobre o tema?

## APÊNCIDE 5

### Detalhamento acerca das adaptações e aplicações das perguntas dos questionários nos instrumentos da pesquisa

CORE (LOUGHRAN <i>et al.</i> , 2004)			
PERGUNTA	ADAPTAÇÃO DA PERGUNTA	CONHECIMENTO DOCENTE RELACIONADO	INSTRUMENTO
O que você pretende que os estudantes aprendam sobre esta ideia?	O que pretende-se que os estudantes aprendam tendo em vista o que foi trabalhado na IIR elaborada pela equipe?	ORIENTAÇÕES	Plano
Que procedimentos/estratégias você emprega para que os alunos se comprometam com essa ideia?	Que procedimentos/estratégias você empregaria para ensinar este tema em sala de aula?	ESTRATÉGIAS	
Que maneiras específicas você utiliza para avaliar a compreensão ou a confusão dos alunos sobre esta ideia?	Que maneiras específicas você utilizaria para avaliar a compreensão ou a confusão dos estudantes sobre este tema?	AVALIAÇÃO	
O que você pretende que os estudantes aprendam sobre esta ideia?	Ao elaborar o plano de aula a partir da IIR, o que você gostaria que os estudantes do ensino médio aprendessem sobre o tema?	ORIENTAÇÕES	Entrevista
Por que é importante para os estudantes aprender esta ideia?	Por que é importante para estudantes do ensino médio aprender este tema?		
Que procedimentos/estratégias você emprega para que os alunos se comprometam com essa ideia?	Qual das atividades planejadas você acha que daria mais certo para promover a aprendizagem sobre o tema de uma turma do ensino médio?	ESTRATÉGIAS	
Quais são as dificuldades e limitações ligadas ao ensino desta ideia?	Quais seriam as dificuldades e limitações ligadas ao ensino e à aprendizagem <u>deste</u> <u>tema</u> ?	ESTUDANTES	

Que conhecimento sobre o pensamento dos estudantes tem influência no seu ensino sobre esta ideia?	Que conhecimento sobre as características dos estudantes do ensino médio teria influência no seu ensino sobre o tema?		
---	---	--	--

<b>Questionário de acesso ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo para questões sociocientíficas de biologia (HAN-TOSUNOGLU; LEDERMAN, 2020)</b>			
<b>PERGUNTA</b>	<b>ADAPTAÇÃO DA PERGUNTA</b>	<b>CONHECIMENTO DO DOCENTE RELACIONADO</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Como você caracterizaria o ensino de ciências eficaz?	O que você acha que caracteriza o ensino de ciências eficaz?	ORIENTAÇÕES	Entrevista
Quais podem ser alguns dos equívocos de seus alunos sobre dieta, obesidade e tópicos relacionados a cada um?	Quais podem ser alguns dos equívocos dos estudantes do ensino médio sobre o tema?	ESTUDANTES	
Como você abordaria os mal-entendidos dos alunos sobre os tópicos do SSI? Por favor, dê um exemplo	Como você abordaria tais equívocos em aula?		
Qual é a vantagem de usar essas estratégias?	Qual a vantagem de usar as estratégias de ensino definidas no plano?	ESTRATÉGIAS	
O que torna um problema um problema sócio-científico?	O que você acha que torna um problema um problema sócio-científico?	CURRÍCULO	
Você acredita que é importante passar o tempo de instrução em sua sala de aula de ciências para ensinar aos alunos sobre SSI? (Se sim, por quê? E se não, por que não?) O SSI deve fazer parte do currículo de ciências?	Você acha que um professor de química deveria gastar tempo ensinando sobre questões sócio-científicas? (Por quê?)	CURRÍCULO / ORIENTAÇÕES	
A instrução SSI está contextualmente relacionada ao ambiente escolar e comunitário? (Se sim, por quê? Se não, por quê?)	Você diria que o ensino de questões sócio-científicas está relacionado ao contexto do ambiente escolar e comunitário? (Se sim, por quê? Se não, por quê?)	CURRÍCULO / ORIENTAÇÕES / ESTRATÉGIAS	

Em quais unidades este tema pode ser incluído?	Em quais unidades de conteúdo a IIR (considerando seu tema e problemática) pode ser trabalhada?	CURRÍCULO	Questionário
Que conceito (s) de ciências dentro do currículo seriam ensinados usando o tema?	Quais princípios disciplinares (conceitos, teorias, leis, equações, modelos, etc) seriam ensinados usando a IIR que sua equipe está produzindo (considerando seu tema e problemática)?	CURRÍCULO	
Quais objetivos de aprendizagem no currículo estão relacionados ao tema?	Elabore objetivos (geral e específicos) de aprendizagem relacionados à IIR que está sendo produzida pela equipe.	CURRÍCULO	

## APÊNDICE 6

### Exemplo de quadro de análise das interações entre os conhecimentos docentes promovidas pelos licenciandos

Código da US	Unidade de Significado	Subcategoria	Categoria Emergente	Conhecimento Docente - Componente
E1FSP	Como é feita a inclusão do tema fármacos no contexto de interdisciplinaridade e adequação a BNCC?	Interdisciplinaridade		ORIENTAÇÃO - Crenças aprendizagem
		BNCC como norte curricular		CURRÍCULO - Materiais
E2FSP	Apesar dos benefícios para a agricultura, os agrotóxicos são extremamente nocivos para os seres vivos e podem desencadear a contaminação e poluição do ambiente em que vivemos, por isso é muito importante que a população esteja bem informada sobre o tema, por ser um assunto que pode ser intervindo por qualquer cidadão através de sua opinião e escolha, tendo a consciência de qual alternativa é a melhor para si próprio, para sociedade e ambiente, então por que esse assunto não é tratado com mais destaque nas escolas?	Reflexão sobre a realidade	Geral	CURRÍCULO
E3FSP	Apesar das dificuldades técnicas/materiais em muitas escolas para o ensino de conteúdos na prática, é importante a ressalva de que aditivos fazem parte do cotidiano de todos, o aprendizado sobre o assunto é importante para o consumo consciente, a forma que estes elementos estão inseridos na alimentação, a produção e os malefícios. Por que não se trabalhar os prejuízos que o consumo excessivo dos produtos industrializados causam para a saúde, na aula de Química?	Apreensão da realidade		ORIENTAÇÃO - Crenças aprendizagem
		Conhecimentos atitudinais		
		Aproximação da realidade		ESTUDANTES - Motivação e Interesse
		Atravessamento social do conteúdo	Geral	CURRÍCULO
		Leitura do mundo histórico e real		ESTUDANTES - Motivação e interesse
		Apreensão da realidade		ORIENTAÇÃO - Crenças aprendizagem
		Conhecimentos atitudinais		
		Atravessamento social do conteúdo	Geral	CURRÍCULO
Problematização		ESTRATÉGIAS - Conteúdo		
E4FSP	As mudanças climáticas são um dos maiores desafios da sociedade atual. Considera-se mudança climática quando há alterações provocadas nos padrões climáticos a longo prazo.	Territorialização	Geral	CURRÍCULO
		Historização		
		Reflexão sobre a realidade		
		Conhecimento químico	Conteúdo	

	Essas alterações podem ocorrer de forma natural (causas naturais) ou pela ação do homem (causas antrópicas). Podemos citar alguns exemplos de ações humanas como queima de combustíveis fósseis, desmatamento das florestas, emissão de gases poluentes na atmosfera através de indústrias e automóveis, poluição do solo etc. A região Nordeste do estado do Amazonas poderá apresentar um aumento de 5°C graus na temperatura e uma redução de até 25% no volume de chuvas nos próximos 25 anos. Esta informação faz parte de uma pesquisa para a região Norte do país, que identificou a vulnerabilidade à mudança do clima em 62 municípios localizados na região Amazônica. Coordenado pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Diante dessa realidade, de que forma as mudanças climáticas da Região Amazônica afetam a vida dos estudantes amazonenses?	Apreensão da realidade		ORIENTAÇÃO - Crenças aprendizagem
		Aproximação à realidade		ESTUDANTES - Motivação e Interesse
E5FSP	Levando em consideração a necessidade de políticas educacionais efetivas para o combate ao uso de drogas na adolescência, a escola apresenta-se como uma instituição importante para o fomento de estratégias metodológicas em que o assunto seja abordado em uma linguagem acessível aos jovens, podendo assim, contribuir na formação dos jovens como cidadão que se integre a sociedade, lutando por suas causas sociais sendo voz na sua comunidade e meio em que vive. Com isso surgem alguns questionamentos sobre a presença das drogas na escola e com base nas discussões e reflexões do grupo propomos a situação problema: O que as drogas podem oferecer para os jovens, e como deve ser abordado o tema drogas no Ensino Médio?	Problemas Socioeducacionais	Geral	CURRÍCULO
		Conhecimentos atitudinais		ORIENTAÇÃO - Crenças aprendizagem
		Apreensão da realidade		
		Linguagem de ensino acessível		ESTUDANTES - Motivação e Interesse
		Ciência para a ação		ESTRATÉGIAS - Tópico (representações)
		Chamada à Ação		ESTRATÉGIAS - Conteúdo
		Problemas Socioeducacionais	Geral	CURRÍCULO
	Adequação conteúdo-série		CURRÍCULO - Materiais	
E6FSP	Baseado na química, como os alunos associam a poluição atmosférica aos problemas na sua comunidade?	Ciência dinâmica e aberta		ORIENTAÇÃO - Crenças NdC
		Apreensão da realidade		ORIENTAÇÃO - Crenças aprendizagem
		Conhecimento químico	Conteúdo	CURRÍCULO

		Problemas Socioeducacionais	Geral	
--	--	--------------------------------	-------	--

## ANEXO 1

### **Questionário de Representação do Conteúdo (CoRe) (LOUGHRAN *et al.*, 2004)**

1. O que você pretende que os estudantes aprendam sobre esta ideia?
2. Por que é importante para os estudantes aprender esta ideia?
3. O que mais você sabe sobre esta ideia?
4. Quais são as dificuldades e limitações ligadas ao ensino desta ideia?
5. Que conhecimento sobre o pensamento dos estudantes tem influência no seu ensino sobre esta ideia?,
6. Que outros fatores influem no ensino dessa ideia?
7. Que procedimentos/estratégias você emprega para que os alunos se comprometam com essa ideia?
8. Que maneiras específicas você utiliza para avaliar a compreensão ou a confusão dos alunos sobre esta ideia?

## ANEXO 2

### **Questionário de acesso ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo para questões sociocientíficas de biologia (HAN-TOSUNOGLU; LEDERMAN, 2020)**

#### **Currículo**

- Em quais unidades a dieta e a obesidade podem ser incluídas?
- Que conceito (s) de ciências seriam ensinados usando o cenário dentro do currículo?
- A dieta e a obesidade e / ou tópicos relacionados são importantes para incluir no currículo? (Se sim, por quê? Se não, por quê?)
- Quais objetivos de aprendizagem no currículo estão relacionados à dieta e obesidade?

#### **Pedagogia**

- Como você usaria este cenário para instrução na sala de aula?
- Qual é a vantagem de usar essas estratégias?
- Como você avalia a compreensão dos alunos sobre SSI em relação ao cenário?
- Como você abordaria os mal-entendidos dos alunos sobre os tópicos do SSI? Por favor, dê um exemplo
- Que tipo de abordagem de ensino você poderia usar para evitar a criação de equívocos?
- Que tipo de abordagem de ensino você poderia usar para ajudar a aliviar os conceitos errados dos alunos?

#### **Estudante**

- Se você ensinou dieta e obesidade, quais foram as fraquezas e dificuldades de seus alunos? Se não, quais seriam as dificuldades deles?
- Quais podem ser alguns dos equívocos de seus alunos sobre dieta, obesidade e tópicos relacionados a cada um?

## **Escola**

- A instrução SSI está contextualmente relacionada ao ambiente escolar e comunitário? (Se sim, por quê? Se não, por quê?)
- Você se sente à vontade para expressar sua opinião ou crença sobre dieta e obesidade na sua escola? (Se sim, por quê? Se não, por quê?)

## **Eficácia**

- Liste algumas áreas de ensino nas quais você sente que tem mais força.
- Liste algumas das áreas em que você acredita que pode fortalecer seu ensino
- Existem áreas, fora do assunto de ciências, nas quais você sinta que gostaria de ajuda para se tornar um professor melhor (ou seja, ensinar alunos com necessidades especiais, gestão de sala de aula, etc?)
- O que você vê como seu ponto forte na área de ciências e tópicos de conteúdo específicos?
- Que área (s) você acha que poderia usar o fortalecimento com respeito para a área de ciências ou tópicos de conteúdo específicos?
- Como você caracterizaria o ensino de ciências eficaz?

## **Entendimentos / crenças dos professores sobre QSC**

- Por favor, dê um exemplo de uma questão sócio-científica.
- O que torna um problema um problema sócio-científico?
- O SSI deve fazer parte do currículo de ciências?
- Você acredita que é importante passar o tempo de instrução em sua sala de aula de ciências para ensinar aos alunos sobre SSI? (Se sim, por quê? E se não, por que não?)
- Se você acha que é importante, qual você acha que é a melhor maneira de integrar SSI em seu ensino de ciências? Por favor, dê um exemplo.
- Você gasta tempo ensinando SSI em sua sala de aula? Se sim por favor dê um ou mais exemplos.
- Se sua resposta for não, por que não?
- Você acha que enfatizar SSI no currículo de ciências é necessário? (Se sim, por quê? E se não, por quê?)

- Você acha que questões controversas e discutíveis na ciência são necessários para os alunos saberem ou importantes para os professores gastar tempo nelas? Por quê?

## ANEXO 3

### Parecer emitido pelo Conselho de Ética e Pesquisa (CEP)



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO A PARTIR DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

**Pesquisador:** KELLY CAROLINE OLIVEIRA

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 46260621.0.0000.5020

**Instituição Proponente:** Instituto de Ciências Exatas

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.711.055

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1712588.pdf	16/04/2021 17:35:53		Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto_KellyOliveira.pdf	16/04/2021 17:32:38	KELLY CAROLINE OLIVEIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	SEI_UFAM_0478367.pdf	16/04/2021 17:30:25	KELLY CAROLINE OLIVEIRA	Aceito
Outros	Anuencia_Quimica.pdf	16/04/2021 17:30:08	KELLY CAROLINE OLIVEIRA	Aceito
Outros	Anuencia_Ciencias_Naturais.pdf	16/04/2021 17:29:54	KELLY CAROLINE OLIVEIRA	Aceito
Orçamento	Orcamento_KellyOliveira.pdf	16/04/2021 17:29:08	KELLY CAROLINE OLIVEIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CEP_KellyOliveira.docx	16/04/2021 17:27:58	KELLY CAROLINE OLIVEIRA	Aceito
Cronograma	Cronograma_KellyOliveira.pdf	16/04/2021 17:24:44	KELLY CAROLINE OLIVEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TCLE.pdf	16/04/2021 17:16:41	KELLY CAROLINE OLIVEIRA	Aceito
Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	16/04/2021 17:16:41	KELLY CAROLINE OLIVEIRA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

MANAUS, 13 de Maio de 2021

Assinado por:  
Eliana Maria Pereira da Fonseca  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Rua Teresina, 495

**Bairro:** Adrianópolis

**UF:** AM

**Município:** MANAUS

**Telefone:** (92)3305-1181

**CEP:** 69.057-070

**E-mail:** cep.ufam@gmail.com