

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

CAROINDES JULIA CORRÊA GOMES

**A FORMAÇÃO DE LICENCIANDOS E LICENCIANDAS EM QUÍMICA
NO CONTEXTO DA INTERNET DAS COISAS: POSSIBILIDADES E
DESAFIOS EMANCIPATÓRIOS**

SÃO CARLOS - SP

2022

CAROINDES JULIA CORRÊA GOMES

**A FORMAÇÃO DE LICENCIANDOS E LICENCIANDAS EM QUÍMICA NO
CONTEXTO DA INTERNET DAS COISAS: POSSIBILIDADES E DESAFIOS
EMANCIPATÓRIOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Educação da Universidade Federal de São Carlos
para obtenção do título de Doutora em Educação.

Orientadora

Profa. Dra. Dra. Vânia Gomes Zuin Zeidler

Agência de Fomento

CNPq

SÃO CARLOS - SP

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Educação

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Caroindes Julia Corrêa Gomes, realizada em 08 de junho de 2022.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Dra. Vânia Gomes Zuin Zeidler (UFSCar)

Profa. Dra. Daniela Cássia Sudan (USP)

Profa. Dra. Marlúbia de Paula Corrêa (UESC)

Prof. Dr. Douglas Verrangia Corrêa da Silva (UFSCar)

Prof. Dr. Michel Pisa Carnio (UFSCar)

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação.

Aos meus avôs e avós (in memoriam)

É sobre possibilidades, inéditos viáveis¹, e transformação.

¹ FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 67. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, mulher forte, que sempre batalhou para que eu estudasse e me tornasse “alguém” – como bem dizia.

Ao Abner, pelas (re) construções conjuntas, todos os dias, com amor e respeito.

Aos meus familiares, amigos e amigas. Vocês tornam a vida mais feliz e são inspiração.

À querida profa. Dra. Dra. Vânia G. Zuin Zeidler, pelas inúmeras aprendizagens, compreensão e confiança em meu trabalho. Obrigada pela acolhida carinhosa e delicada nos momentos bons e ruins.

Ao Grupo de Pesquisa em Química Verde, Sustentabilidade e Educação (GPQV - UFSCar), pelos estudos e parcerias (profissionais e de vida).

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação da UFSCar, pois foi uma jornada transformadora e prazerosa. Também preciso agradecer à UFSCar, especialmente ao Departamento de Química; foram longos anos desde 2009, ao passo que aparenta ter sido “ontem”.

À profa. Dra. Daniela Cássia Sudan e prof. Dr. Michel Pisa Carnio, pelas valiosas contribuições na qualificação.

Ao CNPq, pelo apoio a esta pesquisa e a bolsa de doutorado sanduíche na Alemanha.

A Deus.

RESUMO

Esta pesquisa dialoga com as possibilidades e desafios da formação docente em Química para a construção de realidades mais justas e sustentáveis, sobretudo fundamentando-se na compreensão do tempo presente, em seu *devir*. Para tanto, realizamos um estudo de caso sobre as experiências formativas oportunizadas pelas disciplinas *Introdução à Química Verde e Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química*, oferecidas na Licenciatura em Química da Universidade Federal de São Carlos como resultado de reformulações curriculares. Estudamos as autoavaliações e as sequências didáticas elaboradas pelos estudantes por meio da Análise Textual Discursiva, propiciando a emergência de categorias que representaram os sentidos atribuídos às práticas educativas e de que maneira eles foram (re) construídos pelos discentes. A captação do novo emergente resultou na construção de quatro metatextos, onde acrescentamos, quando pertinente, frases contidas no material de análise ou nossos registros decorrentes do acompanhamento das aulas, tendo em vista abordar a completude do que foi manifesto. Baseado nas interfaces entre educação científica CTSA e Teoria Crítica, observamos que as disciplinas oportunizaram o pensamento sistêmico e interdisciplinar, a problematização de controvérsias sociocientíficas, bem como outras experiências e olhares para a profissionalização docente. As elaborações propostas pelos licenciandos e licenciandas preocuparam-se com a participação ativa dos estudantes da Educação Básica a partir de dinâmicas cooperativas e com a representação de diferentes vozes. Contudo, alguns desenvolvimentos revelaram a dualidade existente entre a teoria apreendida na universidade e a prática materializada nos espaços escolares, mas consideramos que o processo foi fundamental para perceber-se professor ou professora, provocar, reconstruir e movimentar-se. Verificamos o comprometimento e a dedicação durante as atividades – exceto na leitura dos textos, com reclamações e a percepção do pouco compromisso –, o que conjecturamos como sendo o reflexo das relações na cultura digital. Os resultados manifestos também demonstraram que havia entre os estudantes a necessidade de “digitalizar” as experiências e as ações, utilizando as ferramentas digitais nas atividades sem preocupações teóricas e metodológicas. Essa fetichização foi problematizada em diferentes momentos formativos, incluindo em trabalhos elaborados pelos discentes – fundamentados em locais e tempos definidos e que extraíram das ferramentas as potencialidades emancipatórias. As perspectivas que surgem desta pesquisa oportunizam a compreensão da formação docente em Química à luz da educação científica crítica CTSA. Esse encontro de

horizontes consiste em olhar a profissionalização baseado na distância que separa teoria e prática, com problemas locais e soluções possíveis.

Palavras-chave: Formação docente. Educação em Química. Internet das Coisas. CTSA. Teoria Crítica.

Este trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

ABSTRACT

This research dialogues with the possibilities and challenges of teacher training in Chemistry for the construction of fairer and sustainable realities, mainly, based on the comprehension of the current time in its coming into being. For this purpose, it was carried out a case study analyzing the formative experiences provided by the disciplines *Introduction to Green Chemistry and Information and Communication Technologies applied to Chemistry Education* – offered in the Chemistry Teacher Training course at Federal University of São Carlos as a result of curricular reformulations. Using Textual Discourse Analysis, the students' self-evaluations and the didactic sequences elaborated by them were examined, which brought up categories that represented the senses attributed to educative praxes and in which way they were (re) constructed by undergraduates. The capture of the new emerging elements resulted in the construction of four metatexts, in which it was added, when pertinent, phrases collected either from our analysis material or our class observation registers, aiming to approach the completeness of what was manifested. Based on the interfaces between STSE scientific education and Critical Theory, the disciplines fostered systemic and interdisciplinary thought, the examination and questioning of socioscientific controversies, as well as other experiences and perspectives on the teachers' professionalization. The elaboration of the undergraduates' proposals aimed at the active participation of the Elementary School students founded on cooperative dynamics and the representation of different voices. However, some developments evinced duality between the apprehended theory and the materialized praxis in the school space, but the process was fundamental for the undergraduates to perceive themselves as teachers, provoke, reconstruct and move on. The undergraduates' commitment and dedication to the activities were observable – except for the texts reading low engagement – which might be a reflection of the relations in digital culture. The results have also revealed the students' need to “digitize” their experiences and actions, using digital tools in the activities without theoretical and methodological worries. That fetishization was discussed and questioned in different formative moments, including works elaborated by the undergraduates – underpinned by definite spaces and time – and, as a result, it extracted tools from the emancipatory potentialities. These research perspectives foster the comprehension of teacher training in Chemistry in the light of STSE critical scientific education. The horizons emerging from this

research point to the need of looking at professionalization based on the distance between theory and praxis, with local problems and possible solutions.

Keywords: Teacher training. Chemistry Education. Internet of Things. STSE. Critical Theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas de seleção da pesquisa bibliográfica	28
Figura 2 – Distribuição quantitativa dos artigos entre 2012 e 2022.....	29
Figura 3 – Categorização dos artigos	30
Figura 4 – Desenvolvimento da unitarização.	61
Figura 5 – Processo de categorização.....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Categorias manifestas nas autoavaliações de Química Verde.	65
Quadro 2 – Características dos estudos de caso.	72
Quadro 3 – Categorias manifestas nos estudos de caso.	76
Quadro 4 – Categorias manifestas nas autoavaliações de TIC.....	82
Quadro 5 – Características dos projetos.	88
Quadro 6 – Categorias manifestas nos projetos.	91

LISTA DE SIGLAS

ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ATD	Análise Textual Discursiva
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CDC	Código de Defesa do Consumidor
CDCC	Centro de Divulgação Científica e Cultural
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos
CERN	<i>Centre Européen de la Recherche Nucleaire</i>
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente
DQ	Departamento de Química
ECA	Estatuto da Criança e do Adolescente
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EPOR	<i>Empirical Programme of Relativism</i>
ERIC	<i>Education Resources Information Center</i>
ETEC	Escola Técnica Estadual
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
GPQV	Grupo de Pesquisa em Química Verde, Sustentabilidade e Educação
IES	Instituição de Ensino Superior
IUPAC	União Internacional de Química Pura e Aplicada
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
PESCD	Programa de Estágio Supervisionado de Capacitação Docente
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PIBID	Programa de Iniciação à Docência
PPGE	Programa de Pós-Graduação em Educação
PPGQ	Programa de Pós-Graduação em Química
PNE	Plano Nacional de Educação
QSA	Questão Socialmente Aguda

QSC	Questão Sociocientífica
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos

SUMÁRIO

1 PRIMEIRAS PALAVRAS	17
2 SOBRE SUJEITOS E CONTEXTOS	20
2.1 BREVE APRESENTAÇÃO	20
2.2 PROGNÓSTICOS DO TEMPO PRESENTE	22
3 CONSTITUINDO A TESE: DO ESTADO DA ARTE À FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
3.1 A PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	26
3.2 O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO CTSA.....	31
3.3 UM OLHAR PARA A ATUALIDADE DA EDUCAÇÃO QUÍMICA CTSA	33
3.3.1 Interpretações e encaminhamentos.....	39
3.4 A FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	42
3.5 ESCLARECIMENTO E DESENCANTAMENTO DO MUNDO	44
3.6 INDÚSTRIA CULTURAL E SEMIFORMAÇÃO	47
3.6.1 A Internet das Coisas e a atualidade dos conceitos de indústria cultural e semiformação	49
4 DELIMITANDO A TESE: O PERCURSO METODOLÓGICO	53
4.1 ELEMENTOS E CARACTERÍSTICAS DO CAMPO DE ESTUDO.....	54
4.1.1 Sobre as disciplinas	56
4.2 OS INSTRUMENTOS PARA A COLETA DOS DADOS	58
4.3 A ANÁLISE DOS DADOS.....	60
5 UMA TEMPESTADE DE LUZ: DAS CATEGORIAS EMERGENTES À TEORIZAÇÃO.....	64
5.1 AS AUTOAVALIAÇÕES DE QUÍMICA VERDE	64
5.2 OS ESTUDOS DE CASO	72
5.2.1 Primeiro movimento: a descrição.....	72
5.2.2 Segundo movimento: a categorização.....	75
5.3 AS AUTOAVALIAÇÕES DE TIC	82
5.4 OS PROJETOS	88
5.4.1 Primeiro movimento: a descrição.....	88

5.4.2 Segundo movimento: a categorização.....	90
6 REVISITANDO HORIZONTES PARA A CONSTRUÇÃO DE MOSAICOS	98
6.1 ENCONTROS E DESENCONTROS: UMA RETROSPECTIVA.....	99
8 CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS	104
REFERÊNCIAS	108
APÊNDICES	117
APÊNDICE A – Lista de artigos utilizados na pesquisa bibliográfica.....	117
ANEXOS	125
ANEXO A – Modelo simplificado para a apresentação escrita dos estudos de caso	125
ANEXO B – Modelo simplificado para a apresentação escrita dos projetos	126
ANEXO C – Questões da autoavaliação das disciplinas	127
ANEXO D – Matriz curricular da Licenciatura em Química (UFSCar).....	128

1 PRIMEIRAS PALAVRAS

Este trabalho reflete nossas inquietações como professoras de Química e pesquisadoras na área de Educação em Ciências, sobretudo considerando a relevância dos conhecimentos químicos para a construção de realidades *outras*, mais justas e sustentáveis. Também baseamos as investigações na dialética que perpassa os ambientes formativos, onde os sujeitos e a própria dinâmica teórico-prática são mutuamente re (construídos) durante o fazer pedagógico.

De acordo com Zuin *et al.* (2020), a junção de estudos nas áreas de Química e Educação é um caminho propício para o desenvolvimento do pensamento sistêmico, que perpassa as contradições e possibilita alternativas que garantam a democracia e o bem-viver dos ambientes físicos e humanos. A inclusão das discussões sobre sustentabilidade, democracia, ética e moral no âmbito da Educação Química converge com a relevância dessa área científica para a construção e subsistência da vida moderna e de outras ciências. Quando não diretamente, a Química está nas entrelinhas de ecossistemas industriais e tecnológicos mais benignos e também de práticas que oportunizam as transformações necessárias (ZUIN *et al.*, 2020; ZUIN; GOMES, 2020). Não por acaso, 10 dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) estão relacionados diretamente aos seus conhecimentos (UN, 2015; UNEP, 2019).

Tendo em vista a importância dos países emergentes no aprimoramento e legitimidade de políticas sobre resíduos, produtos e processos sustentáveis, para além dessas inovações e sínteses alternativas são necessários outros aspectos para que os sujeitos incorporem valores, percepções e práticas – individuais e coletivas (ZUIN, *et al.*, 2020).

Por conseguinte, desde 2013 iniciativas na graduação e pós-graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* São Carlos, São Paulo, vem sendo realizadas como parte de iniciativas entre a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) e diferentes Instituições de Ensino Superior (IES) a fim de estudar, adaptar e criar novos conteúdos e propostas didáticas com ênfase na América Latina e África (IUPAC, 2017).

Concentrando nossas discussões nas atividades desenvolvidas na UFSCar – especialmente na formação docente –, em 2017 implementou-se uma nova matriz curricular para a Licenciatura em Química, incorporando importantes disciplinas no contexto desta

pesquisa, a saber: *Introdução à Química Verde e Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química* (UFSCAR, 2016).

Por meio de estudos de caso com enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), as disciplinas propõem o aprendizado dos conteúdos a partir da problematização de controvérsias sociocientíficas e da atuação ética, responsável e socioambientalmente comprometida (ZUIN, 2018).

Nesse sentido, realizamos um estudo de caso considerando tais disciplinas a fim de que as seguintes **questões de pesquisa** pudessem ser respondidas:

Quais os sentidos² que os licenciandos e licenciandas atribuem às experiências formativas oportunizadas por *Introdução à Química Verde e Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química*?

Como esses sentidos são (re) construídos?

Essas (re) construções possibilitariam uma educação científica emancipatória e condizente com a formação de professores e professoras no atual contexto?

A partir desses questionamentos, **os objetivos gerais e específicos** desta tese são, respectivamente:

- ❖ Compreender os sentidos manifestos oportunizados pela participação nas disciplinas;
 - ❖ Analisar as possibilidades e os desafios emancipatórios à luz do atual contexto histórico e social.
-
- ❖ Fazer o levantamento do potencial formativo das disciplinas;
 - ❖ Identificar as percepções dos estudantes em relação aos objetivos, conteúdos, procedimentos didáticos e a própria formação;
 - ❖ Investigar o desenvolvimento do plano de ensino elaborado pelos discentes como produto final das disciplinas.

² Importante destacarmos, ainda que breve, o uso do termo devido à coerência com nossos referenciais metodológicos: a Análise Textual Discursiva (ATD). De acordo com Paula (2018), as primeiras leituras e estudos do material de análise são baseadas nos significados – aquilo que está posto e determinado pela escrita. Ao longo do percurso, a imersão do pesquisador ou pesquisadora nos dados possibilita que os sentidos sejam manifestos dos discursos.

À vista disso, na próxima seção, **Sobre sujeitos e contextos**, descrevemos acerca do percurso formativo da autora e os prognósticos do tempo presente, que nos auxiliaram a refletir caminhos possíveis para a construção desta pesquisa.

Uma vez que as referidas disciplinas são conduzidas por meio de estudos de caso com enfoque CTSA, em **Constituindo a tese: do estado da arte à fundamentação teórica**, apresentamos inicialmente a pesquisa bibliográfica acerca da Educação Química CTSA considerando o cenário nacional e internacional, seus pressupostos e lacunas. Em seguida, expressamos nosso entendimento sobre a atualidade dos termos indústria cultural e semiformação, realizando, para tanto, o retrospecto dos conceitos a partir do marco oficial da Teoria Crítica da Sociedade: a criação do Instituto para Pesquisa Social.

A definição dos métodos, instrumentos e a análise dos dados são feitos na seção **Delimitando a tese: o percurso metodológico**, onde também discorremos acerca das características dos participantes e campo de estudo.

A apresentação dos resultados que emergiram das análises é exposta na seção **Uma tempestade de luz: das categorias emergentes à teorização**, encaminhando o que os licenciandos e licenciandas quiseram dizer juntamente com nossas interpretações. A fim de possibilitar maior coerência aos fenômenos analisados, complementamos nossas compreensões acerca dos estudos em **Revisitando horizontes para a construção de mosaicos**.

Finalmente, em **Considerações e perspectivas**, retomamos os objetivos da pesquisa para sistematizar o caminho e mais algumas reflexões.

2 SOBRE SUJEITOS E CONTEXTOS

Certa vez me perguntaram o que eu seria se não fosse professor.

Respondi: eu seria infeliz.

Attico Chassot

2.1 BREVE APRESENTAÇÃO

Resolvi iniciar este diálogo com a frase verbalizada pelo professor Chassot durante sua palestra na Semana da Química em 2019, evento organizado pelo Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (DQ/UFSCar). Escolhi a referência pela maneira com a qual gostaria de expressar minha compreensão sobre o trabalho, bem como a relevância e comoção que significou ouvi-la naquele momento.

Em primeiro lugar, o fato de estarmos refletindo sobre educação em um evento que oportunizava pouco (ou nenhum) espaço aos licenciandos e licenciandas do Departamento já representava certo progresso. Além disso, emocionei-me ao rememorar os sujeitos e contextos que perpassaram (e ainda perpassam) minha práxis como docente e pesquisadora na área.

Considero que meu reconhecimento e identidade profissional – que não se esgota na temporalidade presente, mas se reconstrói a cada dia – caminha antes da formação inicial. Comecei o curso de Licenciatura em Química na UFSCar querendo ser professora. Confesso não saber o motivo pela preferência da Química à época, mas a ideia da docência me atraía de alguma forma; talvez pela possibilidade (mesmo inconsciente) de transformação oportunizada pela educação.

Meus primeiros passos na graduação foram na escola por meio do Programa de Iniciação à Docência (PIBID) – onde também conheci a professora Dra. Dra. Vânia G. Zuin Zeidler. A iniciação científica a partir do terceiro ano do curso proporcionou novos horizontes e aprendizagens na bancada de um laboratório, mas reencontrei-me com a educação no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – fruto de experiências com crianças que transformaram minha percepção sobre o ensino e a aprendizagem de Ciências nesse nível de escolarização.

A temática sobre formação de pedagogos e pedagogas na perspectiva da Educação em Ciências também me conduziu ao mestrado no Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ/UFSCar), sob orientação do professor Dr. Luiz Henrique Ferreira. A vivência com

professores e professoras das séries iniciais (em formação e em exercício) possibilitada pela pesquisa e, sobretudo no oferecimento de um curso, propiciou incríveis mobilizações pessoais e profissionais, incluindo a certeza de que participar da profissionalização docente era o que eu realmente almejava para o futuro.

Ao defender a dissertação, sabia que o Programa não me ofereceria o que procurava no doutorado. Não pela estrutura física e pedagógica, mas porque o DQ soava como lugar de conforto e estabilidade pelo tempo que passara ali e, naquele momento, eu intencionava ser desafiada por novas experiências e olhares. Eu queria e precisava ir aos porões para alçar voos mais libertários (VEIGA-NETO, 2012). Reportando-me à metáfora de Gaston Bachelard (1884-1962) (BACHELARD, 2003), o PPGQ representava o andar comum da casa, o lugar habitado durante grande parte da minha formação; e as novas perspectivas requeriam desestabilizar minhas confianças e certezas.

O Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE/UFSCar) oportunizou esse processo, principalmente a Teoria Crítica e o olhar (pela primeira vez atento) ao que o termo sustentabilidade trazia consigo. Se houvesse uma palavra para sintetizar o doutorado, com certeza seria transformação. E foram muitas...

A pandemia também foi fundamental para (des) construções. Metaforicamente, em março de 2020 já não permanecia apenas no andar intermediário da casa, mas no decorrer de toda a complexidade que nos sobreveio pude habitar o porão e o sótão de outra forma (BACHELARD, 2003). Com o isolamento social, me aprofundi em leituras e reflexões à luz do que estávamos (e continuamos) vivendo, compreendendo melhor a mim mesma e a pesquisa, sua conjuntura.

Em 2019 começamos a delinear o doutorado sanduíche sob orientação do prof. Dr. Ingo Eilks na Universidade de Bremen, em Bremen, Alemanha. Nossos planos eram realizar o intercâmbio no primeiro semestre de 2020, mas tivemos que adiá-lo.

Após muitos desencontros e persistência recebi a notícia de que o projeto havia sido aprovado com êxito pouco antes do exame de qualificação, possibilitando meu embarque nos primeiros dias de 2022. Quanto crescimento esse novo contexto proporcionou!

Para além da formação acadêmica, os sujeitos que perpassaram minha formação profissional nas escolas trabalhadas não poderiam passar despercebidos nestas linhas. Espaços, profissionais, amigos e amigas inspiradores, que colaboraram para a construção da minha identidade docente. Impossível não rememorar experiências – boas e também ruins – vivenciadas no ambiente escolar, ou ao me deparar com ex-alunas e alunos na UFSCar; uma

delas, inclusive, cursando Licenciatura em Química. Sem dúvida foi um dos sinais de que o caminho tinha compensado. Aliás, ele sempre recompensa e nos surpreende.

Finalmente, não poderia concluir sem demonstrar minha admiração aos professores e professoras que tive (e ainda tenho) em meu percurso formativo. Alguns e algumas são lembrados com carinho especial e refletem minha práxis como docente e pesquisadora, me motivando a *ser* e a oportunizar, por meio da educação, que outros e outras também *sejam mais*.

2.2 PROGNÓSTICOS DO TEMPO PRESENTE

As contradições que se manifestam nos ambientes físicos e humanos são apreendidas, na maioria das vezes, como construções normativas e oportunizam que as opressões e violências se materializem sem a devida crítica e problematização necessárias.

Ao contrário de nossas lembranças, a normalidade de outrora – que nos conduziu ao coronavírus e a outros inúmeros problemas socioambientais – se configura como desordem e *invisibilidade*. Convivemos com a miséria, a fome, a ausência de garantias fundamentais a sobrevivência e a dignidade humana, a destruição ambiental e o desrespeito à vida sem questionarmos nosso *modus operandi* e o futuro insustentável ao qual caminhamos.

Em 2017, 1,3 bilhões de pessoas em todo o mundo não possuíam água potável em suas casas e 4,7 bilhões não tinham esgotamento sanitário (WHO; UNICEF, 2017). Em relação ao Brasil, dados de 2018 demonstraram que 47% da população não usufruíam de saneamento e 16% não tinham água potável em seus lares (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2021)³.

O fato é que a pandemia emergiu muitas crises, agravou as já existentes e reafirmou a necessidade de outros modos de viver, produzir, consumir e se organizar socialmente, sobretudo baseados na finitude dos recursos e na solidariedade dos existentes. Sem ações para a retomada econômica e proteção social seus desdobramentos podem ser maiores e mais complexos, principalmente entre os grupos invisibilizados.

O último relatório divulgado pela Organização das Nações Unidas (ONU) mostrou que 12 milhões de pessoas estavam em situação de extrema pobreza⁴ no Brasil em 2020, sendo que homens e mulheres negras representavam mais do que o dobro do percentual de

³ Contraditoriamente, em 2018 o prejuízo por problemas na infraestrutura e gestão foi 12 bilhões de reais (mesmo valor investido em água e esgoto durante o ano) e 6,5 bilhões de m³, significando que a cada 100 litros de água captados para distribuição, 40 foram desperdiçados (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2021).

⁴ Segundo o Banco Mundial, pessoas em situação de extrema-pobreza sobrevivem com o valor diário inferior a US\$ 1,90 (THE WORLD BANK, 2022).

pessoas brancas (ONU, 2021). Ademais, podemos considerar o crescimento expressivo desse número nos dias atuais devido ao reflexo da pandemia e ações do (des) governo brasileiro. Para além de ações estratégicas, competências e inovações em diferentes setores, também precisamos repensar a falsa normalidade, os velhos hábitos e construções que perpassam nosso contexto.

Compreendemos que a educação constitui um dos cenários possíveis – se não o fundamental – para essa transformação de sujeitos e realidades. Uma práxis que emancipe e esclareça (GOMES; ZUIN, 2019), contudo, não poderá ser aquela que silencia as opressões e dissocia os conhecimentos de sua materialidade. Para que os sujeitos *ousem saber* (KANT, 1974) as práticas pedagógicas requerem a inquietude, a resistência, a crítica e a problematização (GOMES; ZUIN, 2019). A diversidade nos centros de pesquisa, universidades, governanças, instituições públicas e privadas por meio do empoderamento das pessoas e a construção de lideranças também perpassam as questões formativas, principalmente considerando que as iniciativas epistêmicas e não epistêmicas decorrem dos valores e percepções ainda reforçados pelas mesmas vozes, emudecendo muitas outras e, especialmente, as mais afetadas pelas decisões.

Desvelar as realidades implica investigar suas estruturas, as condições objetivas e subjetivas que definem o *ser* e *estar* no mundo e com o mundo. Incoerente não refletirmos os pressupostos e desdobramentos da revolução microeletrônica, bem como os artefatos que modificam e são modificados pelas dinâmicas sociais. Trata-se de compreendermos o desenvolvimento da internet⁵ a partir dos recursos disponíveis, sociabilidades, interesses de mercado e questões políticas que o perpassam, uma vez que as interações digitalmente mediadas se (re) produzem no cotidiano dos sujeitos.

Na década de 1990, a *Web 1.0* possuía majoritariamente a mesma funcionalidade da televisão e do rádio (com o predomínio das plataformas de notícias), enquanto que a *Web 2.0*, no ano 2000, possibilitou maior interação e o compartilhamento de conteúdos entre as pessoas, deslocando-as para uma posição mais ativa e personalizada diante dos acessos, como ocorria, por exemplo, na antiga rede social *Orkut*. No atual contexto, a *Web 3.0* ou Internet das Coisas propicia que as informações também se organizem para os aparelhos, o que significa que o *software* não apenas medeia, mas reconfigura as interações (seja de humanos

⁵ Esse desenvolvimento é compreendido por alguns referenciais a partir da possibilidade de comunicação em rede, feita em um primeiro momento apenas entre computadores; no segundo, entre os usuários e/ou usuárias e, no terceiro, com a interação entre a internet, os dispositivos e o ser humano. Essas três etapas são denominadas, respectivamente, de *Web 1.0*, *Web 2.0* e *Web 3.0* ou Internet das Coisas (CASTELLS, 2003; RIFKIN, 2016).

com humanos ou de humanos com máquinas), reduzindo os sujeitos a um conjunto de características com finalidade mercadológica (PADILHA; FACIOLI, 2018).

Estar *online* se traduz na impossibilidade de navegar com total conhecimento e controle daquilo que acessamos, visto que os conteúdos são pré-formatados e direcionados por meio de algoritmos tendenciosos que privilegiam determinados assuntos em detrimento de outros.

Ademais, se tais conteúdos oportunizam o acesso mais democrático⁶, eles também produzem percepções efêmeras, pontuais e desconexas da realidade (ADORNO, 2010; ZUIN; ZUIN, 2017). O celular “última geração” torna-se ultrapassado no instante em que uma versão “mais completa e eficiente” surge no mercado; da mesma forma que os estímulos audiovisuais também não são absorvidos e tampouco produzem significados às pessoas pela rapidez com que surgem e são substituídos.

Flexibilidade, customização, rapidez e obsolescência são algumas características desse paradigma tecnológico (CASTELLS, 2003) que, baseado em interesses e demandas específicas, intensificou processos existentes, reformulou e estabeleceu outros. O ciberespaço não se limita ao ambiente virtual, uma vez que a fronteira entre *on* e *offline* é indiscernível, assim como os limites da vida pública e privada e do trabalho e lazer. O virtual se materializa nas relações e institui a própria existência e subjetividade dos sujeitos, as quais precisam ser consumadas midiática e eletronicamente para se definirem (TÜRCKE, 2010).

A forma pela qual as experiências formativas se efetivam nesse contexto é também parte das reflexões educativas necessárias, essencialmente porque a escola vem perdendo sua soberania na difusão de informações e conhecimentos e os novos desenvolvimentos podem oportunizar obstáculos à emancipação dos sujeitos.

Entendemos ainda que a realização de uma sociedade livre, equitativa e sustentável não pressupõe apenas o delineamento das tendências históricas e sociais de sua época, mas também questiona o sentido de teoria e prática e a própria distinção entre esses dois momentos, desvelando os obstáculos para que as potencialidades sejam extraídas e se efetivem (NOBRE 2014).

À vista disso, as discussões deste trabalho também estão fundamentadas na Teoria Crítica da Sociedade, especialmente em conceitos elaborados por Theodor Adorno (1903-1969) e Max Horkheimer (1895-1973) à luz da onipresença e universalização das telas em

⁶ Essa democratização pode ser questionada à medida que a disponibilidade dos bens e serviços se condiciona a fatores socioeconômicos e, no caso das tecnologias digitais, se sobrepõe as habilidades de escrita e leitura.

todas as esferas da vida, dialogando sobre como as narrativas do tempo presente se entrelaçam e podem ser abordadas na formação inicial docente.

3 CONSTITUINDO A TESE: DO ESTADO DA ARTE À FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Como parte dos esforços iniciais para a construção do repertório epistemológico dos trabalhos científicos, a pesquisa bibliográfica possibilita fundamentar os caminhos percorridos e vislumbrar horizontes. Para além desse olhar teórico, há a interpretação do problema e objeto de estudo à luz do seu contexto, pois o conhecer da realidade implica a “reflexão crítica que se dá a partir de um conhecimento acumulado e que irá gerar uma síntese, o concreto pensado” (LIMA; MIOTO, 2007, p. 40).

Para Lima e Mioto (2007), esse processo transcende a simples revisão bibliográfica, uma vez que as fontes de consulta dialogam com a teoria e os significados que expressam por meio de uma narrativa dialética, oportunizando ao pesquisador ou pesquisadora abordar a contradição em sua totalidade e devir, bem como suas dimensões históricas, filosóficas, políticas e sociais. Ainda de acordo com as autoras, a pesquisa bibliográfica requer a definição de um procedimento metodológico que delimite o universo de estudo, quais sejam: fontes consultadas, parâmetro temático, linguístico e cronológico (LIMA; MIOTO, 2007).

Em posse do material, Gil (2002) discorre que a leitura também é mediada por etapas progressivas – embora não exclusivas e tampouco exaustivas, podendo iniciar como determinado tipo e em seu desenvolvimento assumir outra característica –, a fim de auxiliar a seleção do material relevante, sua análise e interpretação. Segundo o autor, trata-se de uma leitura exploratória, seguida de uma leitura seletiva, analítica e, finalmente, interpretativa (GIL, 2002).

Para ampliar o escopo e abranger um cenário nacional e internacional, evitando direcionamentos para determinada perspectiva e/ou orientação epistemológica, optamos por utilizar artigos de três diferentes bases de dados: *Web of Science*, ERIC (*Education Resources Information Center*) e SciELO (*Scientific Electronic Library Online*).

A *Web of Science* é uma plataforma multidisciplinar que possui 1,9 bilhões de referências, distribuídas em 254 áreas e com abrangência superior a 34 mil periódicos (CLARIVATE, 2022). É administrada pela *Clarivate*, uma empresa de capital aberto que possui produtos baseados no gerenciamento, proteção e análise de informações, incluindo pesquisas científicas, registro de patentes e proteção de marcas como alguns de seus serviços

(CLARIVATE, 2022). A ERIC, por sua vez, é uma das principais fontes de pesquisa educacional devido ao seu amplo e diversificado banco de dados (mais de 1,7 milhões de registros), sendo patrocinada pelo Instituto de Ciências da Educação do Departamento de Educação dos Estados Unidos (ERIC, 2022).

Para além dos aspectos técnicos relacionados à dimensão e ao alcance das bases de dados, a escolha do SciELO ocorreu especialmente pela importância de incorporar ao repertório bibliográfico pesquisas brasileiras, latino-americanas e outras representantes do sul global⁷. Fruto de iniciativas entre a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e o Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde, a plataforma emergiu entre 1997 e 1998 a partir de um projeto piloto contendo 10 periódicos brasileiros de diferentes áreas do conhecimento, a fim de assegurar a visibilidade e o acesso à literatura científica dos países em desenvolvimento, principalmente América Latina e Caribe (SCIELO, 2019). Desde então, o *website* vem expandindo sua cobertura e operação em outras nações, contando com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (SCIELO, 2019).

Voltando aos critérios metodológicos definidos por Lima e Miotto (2007), o parâmetro temático escolhido foi a Educação Química CTSA⁸, definindo também os idiomas português, inglês e espanhol e os últimos dez anos (2012 a 2022)⁹ para delimitar a busca. Além disso, utilizamos filtros de exclusão nas três bases, como a seleção de apenas artigos revisados por pares e já publicados, assim como categorias temáticas relacionadas ao trabalho.

Conforme descrito por Lima e Miotto (2007) sobre a importância de buscas preliminares que avaliem o alcance dos dados, iniciamos com descritores (ou palavras-chave) que delimitavam o enfoque CTSA ao campo específico da Química, a fim de responder as questões: *Quais são os pressupostos da Educação Química CTSA? Quais tendências e lacunas podemos observar?*

Os resultados da busca, principalmente na ERIC e SciELO, demonstraram que a extensão dos artigos não compreendia a totalidade por nós requerida, como por exemplo,

⁷ O termo remete aos escritos de Santos (2007), a partir de uma perspectiva de valorização do que é concebido externamente ao monopólio e interesses dominantes. Trata-se da tomada de consciência para construirmos uma cultura científica pós-abissal.

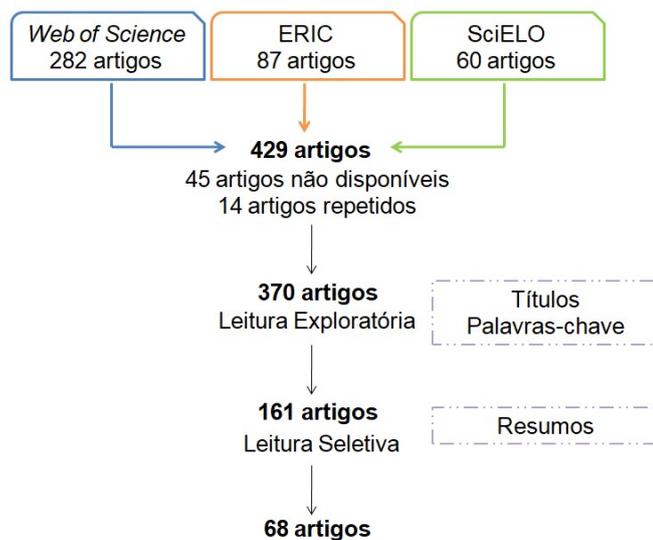
⁸ A Educação Química CTSA possui diferentes perspectivas e desdobramentos teóricos, incluindo o uso da sigla apenas como CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). De acordo com os pressupostos epistemológicos dialogados neste trabalho, usamos o termo CTSA como nosso entendimento sobre o enfoque, mas CTS na referência ao pensamento de autores e autoras que o fazem dessa maneira, respeitando a dinâmica e a pluralidade oportunizada pela temática e apreendendo as diferentes percepções como uma junção de objetivos (de alguma forma) comuns.

⁹ Realizamos a pesquisa em fevereiro de 2021 considerando o período entre 2012 e 2020. Atualizamos os dados em maio de 2022, incluindo artigos de 2021 e 2022 (publicados até o referido momento).

discussões relacionadas aos aspectos ambientais e sobre sustentabilidade. Dessa forma, definimos descritores mais amplos que também selecionaram os trabalhos no contexto da Educação em Ciências, possibilitando um cenário mais completo e real acerca da Educação CTSA no Brasil e no mundo.

Com efeito, as três bases juntas forneceram 429 artigos, sendo 282 na plataforma *Web of Science*, 87 na ERIC e 60 na SciELO. Desse total, 45 não estavam disponíveis e outros 14 foram identificados simultaneamente em mais de uma base, reduzindo o número a 370 trabalhos. A partir das leituras descritas por Gil (2002), iniciamos a separação do material pela relevância dos títulos e palavras-chave – o que propiciou a redução para 161 – e, após, por meio da leitura dos resumos e respectiva coerência com os objetivos da pesquisa, finalizamos a seleção com um conjunto bibliográfico de 68 textos¹⁰. A figura 1 sintetiza o percurso descrito neste parágrafo.

Figura 1 – Etapas de seleção da pesquisa bibliográfica

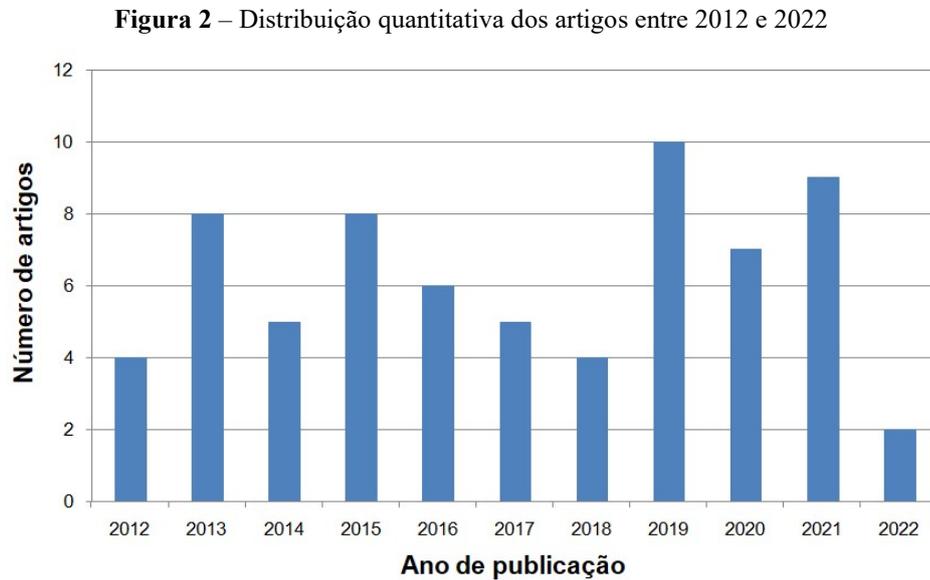


Fonte: elaborado pela autora em maio de 2022.

Para organizar as informações obtidas, realizamos a leitura analítica sistematizando os elementos centrais dos textos (autores e/ou autoras, título, ano de publicação e algumas observações/comentários) para, em seguida, relacionar as análises e significá-las no âmbito dos pressupostos e desdobramentos da Educação Química CTSA (GIL, 2002; LIMA; MIOTO, 2007).

¹⁰ A lista completa das referências encontra-se no Apêndice A.

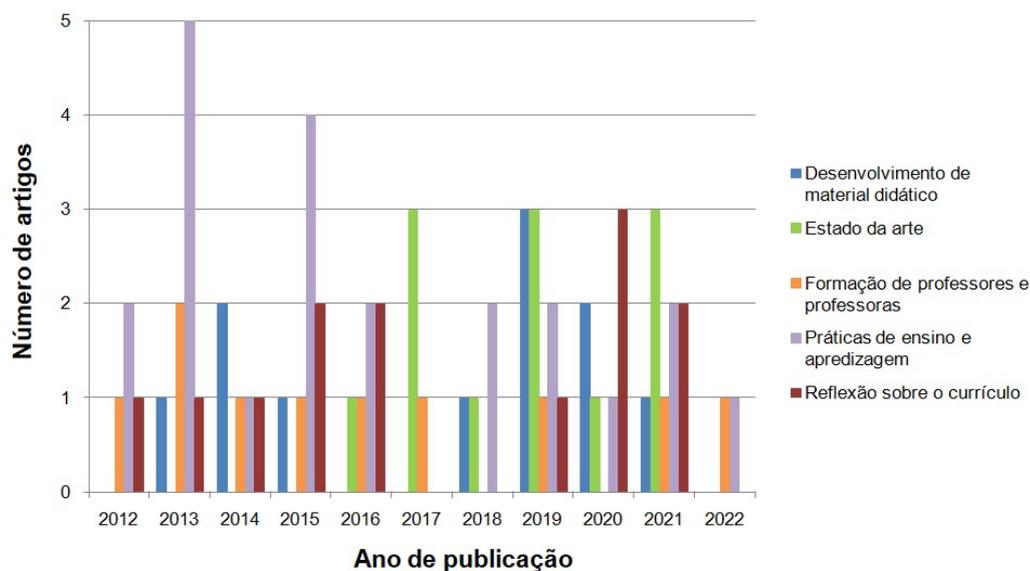
Um dos resultados preliminares foi a distribuição quantitativa dos trabalhos, que se manteve contínua ao longo de todo o período analisado e sobressaiu nos anos 2013, 2015, 2019 e 2021, como podemos observar na Figura 2.



Fonte: elaborado pela autora em maio 2022.

Além disso, os trabalhos foram reunidos em cinco categorias (Figura 3), a saber: desenvolvimento de material didático, estado da arte¹¹, formação de professores e professoras, práticas de ensino e aprendizagem e reflexões sobre o currículo CTSA. Tal classificação não significa que o conteúdo seja reflexo de apenas uma das categorias, haja vista o diálogo e a complementaridade entre elas e a identificação de mais de uma na maioria dos textos. No entanto, representam os objetivos manifestos pelos autores e/ou autoras e expressam sua abordagem principal nos trabalhos.

¹¹ Fundamentamos nossa compreensão sobre estudos descritos como estado da arte e/ou do conhecimento em Ferreira (2002), que define tais pesquisas como um mapeamento descritivo e inventariante da produção acadêmica a fim de responder quais dimensões, aspectos e elaborações são feitas em teses, dissertações, publicações em periódicos, entre outras fontes.

Figura 3 – Categorização dos artigos

Fonte: elaborado pela autora.

Com base na Figura 3, observamos que os artigos classificados como práticas de ensino e aprendizagem estavam distribuídos durante todo o período analisado (exceto em 2017), sendo que incluímos nessa categorização a abordagem das atividades experimentais. Essas análises podem indicar um cenário positivo ao ensinar e aprender Química no âmbito CTSA, visto que as construções não se materializam apenas no campo teórico, mas são igualmente significadas (de alguma forma) nos currículos escolares e abrangem também a profissionalização docente.

Interessante ressaltarmos o destaque em 2020 para os trabalhos que preconizam refletir acerca do enfoque, talvez como resultado de seu potencial para a compreensão das controvérsias durante o período – embora não encontramos nenhuma menção à pandemia nos artigos. Outro pormenor é a incidência de textos sobre estado da arte somente a partir do ano de 2016.

Para além da sistematização e estudo preliminar, a leitura na íntegra dos textos possibilitou interpretá-los à luz das questões que nortearam a pesquisa bibliográfica. O diálogo entre os entendimentos manifestos dessa leitura interpretativa (GIL, 2002) e nossas inquietações como pesquisadoras também reverberaram na construção das hipóteses e objetivos da tese. Contudo, antes de apresentarmos a atualidade da Educação Química CTSA no cenário nacional e internacional, delineamos em poucos parágrafos os pressupostos e desdobramentos do enfoque na e para a educação científica.

3.2 O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO CTSA

A percepção de que o progresso econômico e bem-estar social decorrem da ciência e da tecnologia emergiu como resultado de uma época de otimismo e confiança nos aparatos e processos, principalmente após a Segunda Guerra Mundial. À época, o relatório *Science: the endless frontier*¹² compreendia parte de iniciativas desenvolvidas nesse âmbito e reverberou nos pressupostos da política científica norte-americana, seguida pelo restante dos países industrializados ocidentais durante a Guerra Fria. Os desdobramentos envolviam o financiamento científico para a fabricação de armas e a criação de instituições de pesquisa em diferentes países, como o *Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire* (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear – CERN), em 1954, na Suíça, e a *National Aeronautics and Space Administration* (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço – NASA), em 1958, nos Estados Unidos (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003).

O sentimento de prosperidade e segurança reverteu-se em preocupações crescentes e sensibilizações, influenciadas por catástrofes e negligências socioambientais e movimentos ecologistas e contraculturais, transformando a política de *laissez-faire*, que apreendia os processos regulatórios como domínio corporativo interno, em intervenções públicas para a aplicação de instrumentos e legislações que avaliassem os impactos da atividade científica e tecnológica (CEREZO, 1999).

Essa reação não ocorreu apenas no contexto político e social, refletindo também no campo acadêmico e educativo a partir de estudos interdisciplinares que questionavam a tradicional imagem essencialista da ciência e da tecnologia, bem como suas relações com a sociedade. Tratava-se de entender suas dimensões epistêmicas e não epistêmicas baseadas em uma sociologia, história e filosofia do conhecimento científico, compreendendo os fundamentos e consequências dos processos e produtos nos ambientes físicos e humanos.

Dentro do contexto acadêmico, as investigações CTS e o ponto de partida desses estudos na denominada “tradição europeia” teve origem em universidades britânicas, especialmente com Barry Barnes e David Bloor na Universidade de Edimburgo durante a década de 1970 (CEREZO, 1999). As leituras de Thomas Kuhn (1922-1996) influenciaram a criação do Programa Forte, enunciado por Bloor para explicar o conhecimento científico como resultado de manifestações culturais, negociações e consensos. No início dos anos 1980, Harry Collins, da Universidade de Bath, desenvolveu o *Empirical Programme of Relativism*

¹² De acordo com Bazzo, von Linsingen e Pereira (2003), o documento era um manifesto de autonomia científica em relação à sociedade. Vannevar Bush, cientista norte-americano e um dos protagonistas do projeto para a construção das primeiras bombas atômicas, foi fundamental em sua elaboração.

(Programa Empírico do Relativismo – EPOR) à luz das controvérsias e interpretação dos fenômenos, ressaltando as interações sociais na configuração da realidade e solução dos problemas que envolvem a atividade científica (CEREZO, 1999; BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003).

Desde então, tais premissas começaram a ser difundidas e também incluíram discussões sobre a compreensão social da tecnologia. Como fruto das iniciativas CTS na Europa, mas recorrendo a reflexões e análises éticas e políticas, autores como Dorothy Nelkin e Langdon Winner iniciaram suas elaborações no contexto norte-americano. Bazzo, von Linsingen e Pereira (2003) discorrem que a tradição europeia concentrava esforços (teóricos e descritivos) nos pressupostos sociais da ciência, enquanto que nos Estados Unidos havia atenção as consequências ambientais e sociais da tecnologia, com ênfase em atividades mais práticas (ativismo e sensibilização).

As discussões CTS rapidamente se espalharam por outros países da Europa e América do Norte, consolidando-se em três direções: no contexto acadêmico, refutando a visão da ciência e tecnologia como fontes de progresso e bem-estar; nos processos democráticos e regulatórios e na criação de programas e materiais didáticos (CEREZO, 1999; BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003). De acordo com Cerezo (1999), países iberoamericanos, como Espanha e Cuba, iniciaram o diálogo sobre as novas tendências da Educação em Ciências – efetivando-se nos anos 1990 com algumas contradições.

Roso e Auler (2016) discorrem que essas controvérsias também permeavam a América Latina, principalmente Argentina, com a mobilização de professores e professoras, pesquisadores e pesquisadoras para a construção de uma política científica e tecnológica coerente com os interesses e valores locais – não representados pelos princípios desenvolvidos no Hemisfério Norte.

Para Cerezo (1999), o principal questionamento são as diferenças existentes entre os países desenvolvidos e os ibero e latino-americanos. Impossível considerarmos os mesmos pressupostos quando as demandas sociopolíticas e a própria infraestrutura divergem, sobretudo ao pensarmos que a extensão e regulação democrática da ciência e da tecnologia ou a educação científica perpassam ações elementares que impedem sua efetividade, como a consolidação da liberdade política e a escolarização básica.

Concentrando esforços no âmbito educacional – foco deste trabalho, Strieder, Torija e Quilez (2017) afirmam que a Educação CTS emergiu no Brasil em 1990 a partir da inserção das relações entre ciência, tecnologia e sociedade nos currículos e orientações escolares, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (9394/1996). Contudo, de acordo com Figueiredo,

Rocha e Dutra (2016), é possível encontrarmos artigos brasileiros relacionados à temática antes desse período.¹³

A literatura atual possui ampla abordagem sobre o enfoque, decorrente de diferentes interpretações e desenvolvimentos da Educação em Ciências (incluindo a Química) e da própria dinâmica e pluralidade que perpassam os contextos históricos e sociais. O acréscimo da letra A, por exemplo, sobreveio de pesquisas e debates durante o II Seminário Iberoamericano CTS no Ensino de Ciências, realizado em Brasília no ano de 2010 (VILCHES; GIL-PÉREZ, 2010). Nossa escolha teórica sobre o uso da sigla CTSA condiz com a importância de enfatizar a dimensão ambiental ao pensarmos uma educação para (e coerente com) a construção de sociedades justas e sustentáveis, sem as quais iniciativas para transformar as realidades terão pouca efetividade.

A pesquisa bibliográfica propiciou vislumbrarmos diferentes perspectivas no cenário nacional e internacional e, embora com algumas especificidades, os fundamentos reuniam aspectos sobre a melhor compreensão do empreendimento técnico-científico para a formação cidadã. Discorreremos acerca dessa pluralidade teórica e metodológica nos tópicos seguintes.

3.3 UM OLHAR PARA A ATUALIDADE DA EDUCAÇÃO QUÍMICA CTSA

Como descrito anteriormente, a leitura e a análise dos artigos possibilitaram selecioná-los em cinco categorias: desenvolvimento de material didático, estado da arte, formação de professores e professoras, práticas de ensino e aprendizagem e reflexões sobre o currículo CTSA. Importa ressaltarmos que alguns dos trabalhos não mencionavam especificamente a Educação Química, mas a Educação em Ciências; sendo escolhidos pela relevância e coerência com nossos objetivos.

Nos trabalhos classificados como desenvolvimento de material didático, identificamos discussões sobre a elaboração de propostas de ensino e aprendizagem usando diferentes recursos metodológicos. Ferneda e Pierson (2020) e Petit, Solbes e Torres (2021), por exemplo, sugerem respectivamente o uso de livros e filmes de ficção científica para oportunizar reflexões sobre a ciência e a tecnologia.

Em outra perspectiva, Ganhor (2019) investigou em letras de *raps* brasileiros quais as relações existentes com a atividade científica e tecnológica e de que forma podem propiciar o

¹³ As autoras citam dois trabalhos de Krasilchik: *Teaching science for embracing social responsibilities*, publicado em 1985 e, em 1988, *Science teaching and the citizenship education*.

desvelamento das realidades. Para o autor, a denúncia apresentada nas músicas possibilita questionarmos a neutralidade tecnocientífica e suas relações de poder, além de ampliar (local e culturalmente) as elaborações CTS e possibilitar referências não hegemônicas às práticas educativas.

Ainda sobre a necessidade de desenvolvimentos pedagógicos com aproximações culturais mais amplas, Lee (2018) aborda a interação e evolução tecnológica chinesa no Ocidente por meio de três estudos de caso: a *fabricação de cerâmicas*, a *fermentação de alimentos* e a *variolação* (técnica que precedeu a elaboração das vacinas contra a varíola)¹⁴. Uma vez que os desdobramentos da ciência e da tecnologia excluem discussões no âmbito das tradições indígenas ou culturas não ocidentais, as temáticas foram escolhidas por transcenderem fronteiras sociais e geográficas e oportunizarem que os produtos e processos sejam compreendidos como construções humanas, reforçando a influência dos saberes locais e a pluralidade de seus desenvolvimentos.

Oliveira e Queiroz (2015), por sua vez, propõem atividades interdisciplinares envolvendo arte e educação científica para desconstruir estereótipos acerca da cultura e tradição indígenas. O autor e autora abordam os processos físico-químicos envolvidos nas técnicas de fabricação das bonecas Karajás (típicas de uma etnia do Tocantins), bem como questões sociais sobre a extração da argila (seu principal componente) e a revitalização e valorização desse povo, seus rituais e vida cotidiana (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2015).

Também importa mencionarmos nessa categoria o trabalho de Mota *et al.* (2020), visto que é o único, em nosso conjunto bibliográfico, que analisa as concepções CTS em livros didáticos. O autor e autoras observaram que a ciência e a tecnologia são apresentadas majoritariamente como neutras e lineares, faltando aprofundamento para a abordagem das relações entre ciência, história e sociedade. Além disso, os escritos são em grande parte teóricos e, ao contrário de serem usados para problematizações, tornam-se instrumento de questões simples e gerais.

No que se refere aos trabalhos sobre estado da arte, emergiram de nossas leituras predominantemente pesquisas no âmbito nacional, mas também representando o cenário ibero e latino-americano, como o trabalho de Strieder, Torija e Quilez (2017). As autoras investigaram as publicações nas revistas sobre Didática das Ciências com maior representatividade no Brasil e na Espanha, observando discussões centradas nos aspectos

¹⁴ Interessante observarmos a atualidade e importância das discussões sobre a vacina, principalmente porque as referências atribuem esse conhecimento ao médico inglês Edward Jenner, no século XVIII, e excluem a ancestralidade que perpassa o seu desenvolvimento. O processo histórico e social é mencionado em Lee (2018).

menos críticos e que exigem dos estudantes informações amplas e posicionamentos individuais. O conhecimento científico é expresso a partir dos benefícios e limitações de determinado problema, enquanto o desenvolvimento tecnológico possui percepção neutra e utilitária (STRIEDER; TORIJA; QUILEZ, 2017).

Também verificamos reflexões que aproximam as práticas CTS no Brasil com o pensamento de Paulo Freire (1921-1997). A partir de análises em periódicos brasileiros de Educação em Ciências, Roso e Auler (2016) discorrem que as atividades pedagógicas são percebidas como construções de currículos temáticos, compreendendo aspectos gerais que relacionam a ciência e a tecnologia com a sociedade e percepções tradicionalmente existentes nas ementas curriculares. Embora citados, a essência dos conceitos freireanos têm sido ignorada ou não explicitada nos textos analisados, não favorecendo problematizações e reduzindo a perspectiva CTS à simples procedimentos metodológicos – o que compromete novas incorporações ao enfoque (ROSO; AULER, 2016).

Werlang e Pereira (2021) investigaram as confluências entre a Educação do Campo, o movimento CTS e Freire, partindo de pesquisas no Portal de Periódicos da Capes, na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações e no SciELO. Embora afirmem que as discussões CTS são relevantes aos currículos e às práticas das escolas do campo – principalmente no que se refere ao potencial de crítica, autonomia e participação social –, o autor e autora observaram poucos trabalhos apropriando-se dessa relação. Em contrapartida, as ideias freireanas são mais comuns, mas também não asseguram que durante o desenvolvimento das atividades a criticidade e a liberdade de ação (fundamentais na perspectiva do educador e também da Educação do Campo) sejam contempladas (WERLANG; PEREIRA, 2021).

Nos trabalhos identificados como formação de professores e professoras, encontramos textos que abordam as possibilidades e os desafios da perspectiva CTSA nas práticas educativas, destacando questões relacionadas à profissionalização docente e a inserção da dimensão ambiental nos currículos da Licenciatura em Química (ZUIN; PACCA, 2013). Os demais artigos concentram as discussões na percepção docente sobre o enfoque e também acerca da tecnociência.

A partir de pesquisas na literatura, Porro (2017) destaca obstáculos pontuados pelos docentes para a incorporação de atividades CTS no currículo de Ciências e os contratempos durante o desenvolvimento das atividades, podendo-se citar a carência formativa (fundamentação teórica e pouca confiança), o tempo para a elaboração e prosseguimento e as dificuldades para que os objetivos sejam alcançados.

Em paralelo, a autora discute a inclusão das tecnologias de comunicação e informação (TIC) nos currículos, trabalhando questões que perpassam como os artefatos e processos tecnológicos são apreendidos pelo professor e professora. Baseada em estudos na literatura, ela observa que as TIC são entendidas no ambiente pedagógico como imposição externa, e não como fruto de construções históricas e sociais; algo que precisa ser usado em sala de aula, mas sem referências claras sobre como fazê-lo (PORRO, 2017).

Silva e Marcondes (2015) analisaram materiais didáticos elaborados durante um curso de formação continuada de professores e professoras de Química. O estudo das unidades produzidas no âmbito CTS sugeriu que um pequeno grupo ampliou sua compreensão acerca do enfoque e utilizou seus elementos nas elaborações, enquanto que os demais não consideraram a perspectiva no desenvolvimento pedagógico – mesmo manifestando entendimento sobre ela. Para identificar as limitações da proposta, foram realizadas entrevistas ao término das construções, observando-se a falta de tempo e aspectos referentes ao desenvolvimento e aplicação dos materiais em um contexto dialógico. No entendimento do autor e autora, essas dificuldades podem decorrer do número elevado de estudantes na sala de aula e/ou da formação tradicional e fragmentada – característica da relação vertical docente-discente (SILVA; MARCONDES, 2015).

Considerando perspectivas que oportunizam (re) pensar a profissionalização docente para a democracia e justiça social, Carvalho e Lopes (2021) discorrem sobre o tema raças humanas como questão sociocientífica (QSC) no ensino de Ciências. A atividade, realizada em um curso de extensão de uma universidade pública federal, possibilitou a análise crítica acerca das relações existentes entre o racismo, a ciência e a tecnologia, bem como discussões sobre estética, padrões de beleza e a ideologia que perpassa os produtos e processos, contribuindo para novos olhares, compreensões e uma formação antirracista.

Na categoria reflexões sobre o currículo CTSA, encontramos trabalhos com ênfase na dimensão ambiental (BORREDA; PEÑA, 2016) e nas tecnologias da informação e comunicação (FLÓREZ; ZULUAGA, 2020), além de abordagens sobre os pressupostos e desdobramentos da educação científica CTSA no cenário internacional, incluindo outras nomeações. Tais estudos nos auxiliaram a compreender melhor a dinâmica e pluralidade manifesta pelo movimento, bem como seus diferentes desdobramentos teórico-metodológicos e os fundamentos que perpassam outras nomeações, como controvérsias ou questões sociocientíficas e química em contexto¹⁵ – recorrentes em nosso repertório bibliográfico.

¹⁵ Para Caamaño (2018), os processos de ensino e aprendizagem compreendidos como Ciência (ou Química) em contexto estão relacionados ao cotidiano dos estudantes, em seus aspectos pessoais, profissionais e sociais. No

Baseando-se na educação científica em contexto, Bencze *et al.* (2020) exploraram a natureza e a extensão das relações existentes entre CTSA, questões sociocientíficas e questões socialmente agudas (QSA)¹⁶. O trabalho foi feito a partir de resumos elaborados por quatro pesquisadores e pesquisadoras em suas respectivas áreas, revisões na literatura e parecer editorial desses autores e autoras para a aprovação do texto final. Apesar de possuir percepções teóricas, programas e métodos diferentes, o núcleo comum nas três vertentes é a educação científica para a promoção da responsabilidade social e transformação das realidades, sendo objetivo fundamental reconceituar o ensino de Ciências para incluir competências que analisem e sintetizem informações para a tomada de decisões, o raciocínio moral e a ação socialmente justa (BENCZE *et al.*, 2020).

Como exemplo da aproximação dessas vertentes na literatura internacional CTSA, o trabalho de Marks *et al.* (2014) compartilha reflexões sobre atividades baseadas em questões sociocientíficas desenvolvidas na Alemanha. Apesar das iniciativas para reformulações dos currículos e das práticas pedagógicas, os autores e autora discorrem que o ensino de Ciências no país ainda possui abordagem conteudista, conceitual e sem correlações com o cotidiano dos estudantes. No entanto, as elaborações têm sido promissoras à alfabetização científica, à motivação e à percepção sobre a relevância da ciência, sobretudo para estimular carreiras científicas (MARKS *et al.*, 2014).

No que se refere às tecnologias da informação e comunicação no currículo, Flórez e Zuluaga (2020) analisaram a correlação entre o uso das TIC e a aprendizagem de conteúdos à luz do enfoque CTS, observando a dinâmica das aulas de Ciências da Natureza de uma escola pública na Colômbia e entrevistando professores, professoras e estudantes. A pesquisa investigou quais ferramentas eram utilizadas, a percepção dos envolvidos e envolvidas e a possível melhora na assimilação dos conteúdos em relação ao uso das ferramentas. Apesar de serem considerados importantes para motivar e facilitar o aprendizado, os resultados demonstraram que os recursos são pouco utilizados e/ou manuseados sem a devida finalidade, observando-se o predomínio de atividades tradicionais e conteudistas que não oportunizaram, segundo as autoras, mudanças na aprendizagem (FLÓREZ; ZULUAGA, 2020).

A última categoria em nossa pesquisa bibliográfica é composta por trabalhos descritos como práticas de ensino e aprendizagem, onde encontramos atividades CTSA efetivadas em espaços educativos formais e não-formais. Em sua maioria, os artigos discorriam sobre

decorrer do texto, o autor também aborda que a perspectiva CTS e as questões sociocientíficas podem ser entendidas nesse âmbito.

¹⁶ O termo não foi encontrado nos demais trabalhos que compõem nossa pesquisa bibliográfica.

experiências no Brasil ou no Ensino Médio, mas também observamos desenvolvimentos na Alemanha (STOLZ *et al.*, 2013), Colômbia (SARRIAS; SANABRIA, 2019), Coreia (HAN; JEONG, 2013), Espanha (MARTÍN; TORIJA, 2018), Estados Unidos (ZOELLNER; CHANT; WOOD, 2014), Suécia (SOLLI; MÄKITALO; HILLMAN, 2018) e Venezuela (VASQUEZ; LÓPEZ; MUJICA, 2020) e em diferentes etapas da escolarização.

Importante destacarmos que o propósito principal de algumas discussões permeava questões ambientais e de sustentabilidade, como é o caso de Mello *et al.* (2019), que apresentam um projeto de ensino e extensão interdisciplinar fundamentado na perspectiva CTSA e na Química Verde. A proposta arrecadou óleo residual de fritura para a fabricação de sabão ecológico e oportunizou abordar os conteúdos e a resolução de problemas em uma perspectiva socioambiental (MELLO *et al.*, 2019).

Práticas CTSA para a construção de sociedades sustentáveis também se materializaram em ambientes educativos não-formais. Por meio de monitorias, realizadas no Jardim Botânico de São Paulo, foi possível trabalhar questões ambientais com estudantes do Ensino Fundamental e Médio, vivenciando o conteúdo de maneira sistêmica e interdisciplinar e elaborando os conhecimentos a partir de saberes prévios, observações e diálogos que emergiram durante a visita (KONDRAT; MACIEL, 2013).

Outro importante desdobramento no Brasil foi o trabalho de Zanotto, Silveira e Sauer (2016), que encaminhou as práticas pedagógicas a partir de saberes populares investigados no entorno da escola. Após a pesquisa junto à comunidade sobre possíveis crenças que abordassem conceitos químicos, quatro saberes foram escolhidos pela turma para o aprofundamento e a construção dos conhecimentos teóricos acerca do assunto, concluindo as atividades com a elaboração de infográficos, histórias e mapas conceituais explicativos. Com base nessa vivência foi possível contextualizar o conteúdo de funções orgânicas e tornar a aprendizagem mais atraente e significativa, bem como observar percepções mais elaboradas sobre as relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (ZANOTTO; SILVEIRA; SAUER, 2016).

Finalmente, encaminhamentos CTSA à luz da perspectiva ética e moral foram desenvolvidos principalmente no cenário internacional. Han e Jeong (2013), por exemplo, dissertam sobre um programa de educação científica ética para estudantes do Ensino Médio coreano, que inclui as áreas da Filosofia, História e Sociologia da Ciência e da Tecnologia para a compreensão de problemas sociocientíficos. Os resultados observados antes e ao término do semestre demonstraram que a abordagem desafiou as perspectivas dos estudantes, induziu a discussão espontânea e a busca pela resolução dos conflitos por meio de um olhar

mais amplo e reflexivo, além de possibilitar que eles e elas assumissem posições e soluções mais empáticas e embasadas em diferentes valores.

3.3.1 Interpretações e encaminhamentos

Desde o início desta seção dialogamos sobre os fundamentos que delinearão nosso entendimento sobre a educação científica CTSA, em especial à Educação Química. A pesquisa bibliográfica nas plataformas *Web of Science*, ERIC e SciELO forneceu um conjunto inicial composto por 429 artigos e, após a indisponibilidade de alguns textos e leituras preliminares (GIL, 2002), estabelecemos nosso repertório bibliográfico com 68 trabalhos, dispostos entre os anos de 2012 e 2022 e classificados em cinco categorias.

Compreendemos que esse número não nos forneceu a totalidade das práticas e reflexões CTSA, mas consideramos que oportunizou um olhar amplo para a temática e coerente com nossos objetivos, a saber: *investigar os pressupostos da Educação Química CTSA, suas tendências e lacunas*. Entendemos ainda a existência de outras possibilidades e construções manifestas para além de nossas pesquisas.

Apesar dos diferentes direcionamentos teóricos e metodológicos – e por vezes até nomeações –, observamos que o movimento se materializou a partir de demandas políticas e sociais que questionavam os desdobramentos da tecnociência, sua maior transparência e democratização. As discussões ambientais que há tempos permeavam as controvérsias ganharam espaço e propiciaram a incorporação da letra A à sigla – embora muitos autores e autoras preconizem que o Ambiente esteja implícito nas demais dimensões (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

Encaminhamentos também aproximaram a perspectiva das realidades e configurações locais, como observamos nos trabalhos desenvolvidos no âmbito da América Latina ou culturas orientais (LEE, 2018). A forma como os discursos são apropriados e manifestos nas práticas educativas nos revelam especificidades, tradições, lutas e dores de determinados grupos, confirmando nossas hipóteses de que o enfoque CTSA ou CTS não pode ser definido ou conceituado de uma única maneira.

Especialmente no Brasil, encontramos aproximações teóricas com o pensamento de Paulo Freire (ou tentativas), o que nos parece um caminho oportuno – ainda que longo – para pensarmos construções mais humanas e solidárias, visto a eminência de tais perspectivas na extensa obra do educador.

Discussões que problematizam as incorporações tradicionais foram menos frequentes, mas observamos esforços nos últimos anos principalmente entre os trabalhos brasileiros. Abordagens importantes foram encontradas e expressaram o compromisso sociopolítico com uma educação científica emancipatória. Uma vez que os currículos reproduzem majoritariamente percepções hegemônicas – sobretudo acerca da ciência e da tecnologia –, como oportunizar um movimento entre e dentro de diferentes epistemologias e culturas?

Mesmo que nosso entendimento sobre esse educar já tenha sido expresso em momentos anteriores, reforçamos que ele pressupõe perspectivas “com abordagens e temáticas referenciadas no lugar, nas dinâmicas humanas que nele são desencadeadas” (GANHOR, 2019, p. 178). Isso não significa que temas genéricos e “rotineiros”, como aquecimento global e energia, não sejam promissores, mas que o desafio ainda perpassa nos aproximarmos das diferentes identidades que coabitam a escola e a sociedade, oportunizando espaços mais dialógicos e significativos.

Ademais, desvelar as realidades também implica questionarmos construções normativas, principalmente considerando que o fazer científico se efetiva e continua perpetuando as vozes e os valores hegemônicos. A inclusão e o empoderamento das maiorias submissas precisam se corporificar nas atividades pedagógicas e oportunizar que eles e elas, a partir do que lhes é próprio, *ousem saber* (KANT, 1974; GOMES; ZUIN, 2019). Dentre os 68 trabalhos, somente em Porro (2017) identificamos reflexões sobre gênero – de forma secundária, não sendo o foco principal do texto –, manifestando que as lacunas há tempos continuam as mesmas e precisam da paciência impaciente (FREIRE, 2016).

Outra omissão observada em nosso conjunto bibliográfico foi a abordagem sobre livros didáticos, contemplada apenas em Mota *et al.* (2020). Pressupondo a importância desse recurso em todos os níveis e modalidades de ensino, seria coerente maiores direcionamentos aos autores e autoras dos livros e aos docentes – já que realizam a escolha das coleções utilizadas em suas aulas.

Trabalhos acerca das tecnologias da informação e comunicação também foram escassas, sendo mais expressivas em Porro (2017) e Flórez e Zuluaga (2020)¹⁷. No contexto internacional, principalmente Europa, verificamos a eminência no uso de *softwares* para auxiliar a tomada de decisão envolvida em questões sociocientíficas (GRESCH, HASSELHORN E BÖGEHOLZ, 2013), mas sem qualquer reflexão para além desse propósito.

¹⁷A maioria dos artigos abordava de forma superficial apenas na introdução.

Em consonância, reforçamos a necessidade de pensarmos a profissionalização docente a partir de currículos que oportunizem a integração dos conteúdos à luz da temporalidade presente, de suas controvérsias. Trata-se de compreendermos as dinâmicas sociais e não reproduzirmos orientações vazias contidas em manuais mecânicos e instrumentais, especialmente porque a grande maioria das pessoas já domina ou possui algum conhecimento sobre o uso das TIC. O obstáculo consiste na coerência teórico-prática, onde aulas expositivas e leituras na internet tampouco expressam as demandas do paradigma tecnológico.

Essa carência nos cursos de formação docente perpassa o próprio entendimento sobre a ciência e a tecnologia, seus pressupostos e desdobramentos, uma vez que ensinar Ciências (ou Química) é também compreender a natureza de suas relações com a sociedade, assim como as questões éticas e valorativas que permeiam as decisões e agendas de pesquisas.

A recorrência de desenvolvimentos mais subjetivos que envolvam problematizações éticas e morais como parte das atividades é maior na literatura internacional, sobretudo na Europa. Em contrapartida, no cenário latino-americano percebemos a eminência de elaborações preocupadas com as transformações dos sujeitos e das realidades, buscando, de certa forma, transcender as práticas pedagógicas em uma perspectiva mais humana e afetuosa. Nosso entendimento é que essa característica possa ser reflexo do pensamento freireano e/ou das colonizações e desigualdades.

Também nos causou estranheza não encontrarmos em nossa pesquisa trabalhos relacionados à pandemia, seja sobre práticas desenvolvidas durante o ensino remoto ou problematizações acerca do período. Como optamos pelo uso de descritores mais amplos, observamos grande quantidade de títulos e palavras-chave referentes à educação profissional em Enfermagem (leitura exploratória). Contudo, o trabalho de Valladares (2021) reflete as potencialidades da perspectiva CTS no contexto da pós-verdade, argumentando que a abordagem interdisciplinar da ciência e da tecnologia propiciaria estratégias para compreender e desconstruir essas visões equivocadas¹⁸.

Concordamos com a autora e, considerando que o enfoque CTSA representa e é representado pelas dinâmicas sociais, esperávamos que os textos trouxessem tais discussões, especialmente no que se refere às vacinas e ao uso das TIC como única possibilidade formativa durante o isolamento – reconfigurando os tempos e os espaços das salas de aula. Destacamos que Valladares (2021) foi o único artigo em nosso conjunto bibliográfico próximo desse diálogo.

¹⁸ Valladares (2021) caracteriza a pós-verdade como a divulgação e a aceitação das desinformações, bem como a recusa aos fatos científicos.

As diferentes narrativas que verificamos ao longo desse percurso expressam, cada qual à sua maneira, especificidades e também diálogos entre si. Em poucos parágrafos delineamos nossas interpretações acerca das perspectivas CTSA, oportunizando que os encaminhamentos e compreensões sobre esta tese possam ser justificados com maior aprofundamento e clareza.

3.4 A FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O delineamento da pesquisa bibliográfica sobre a Educação Química CTSA nos auxiliou a estabelecer as questões e objetivos deste estudo. Para além dessas proposições, também constituímos encaminhamentos a fim de delimitar seus limites e interpretações à luz de referenciais que fornecessem respostas coerentes com nossas inquietações, sobretudo apresentando a realidade a partir das oportunidades de emancipação, “de uma imagem do futuro, surgida da compreensão profunda do presente” (HORKHEIMER, 1980, p. 139).

Nesse entendimento, onde a teoria não se limita na descrição dos fenômenos sociais e no seu conformismo, mas analisa a “distância que separa o que existe das possibilidades melhores nele embutidas e não realizadas” (NOBRE, 2014, p. 33), a Teoria Crítica¹⁹ nos oportunizou a orientação que procurávamos. Antes de dialogarmos acerca dos conceitos que estruturam nossas análises, escrevemos alguns parágrafos sobre o marco oficial desse pensamento: a criação do Instituto para Pesquisa Social.

Fundado em fevereiro de 1923 em Frankfurt, Alemanha, o Instituto para Pesquisa Social emergiu das iniciativas de Felix Weil (1898-1975), Friedrich Pollock (1894-1970) e Horkheimer, com o objetivo de institucionalizar um grupo para documentar e teorizar os movimentos operários na Europa com base na obra de Karl Marx (1818-1883) (FREITAG, 2004; NOBRE, 2014).

O financiamento necessário foi feito pelo pai de Weil, oportunizando a autonomia e sobrevivência do Instituto às adversidades da época – que incluíam certa marginalização (exceto pela então União Soviética) das ideias marxistas (NOBRE, 2014). Para a aprovação do projeto, entretanto, foram realizadas negociações com o Ministério da Educação alemão e com a Universidade de Frankfurt, garantindo que a direção fosse ocupada por um professor universitário. O cargo coube ao historiador Carl Grünberg (1861-1940), que tornou o *Archiv für die Geschichte des Sozialismus und der Arbeiterbewegung* (Arquivo para a história do

¹⁹ Também podemos encontrar a referência *Escola de Frankfurt*, embora essa ideia pressuponha que os autores e autoras partilhem das mesmas interpretações teóricas e localização geográfica.

socialismo e do movimento operário) a publicação oficial e suas temáticas o principal objeto de pesquisa do Instituto, transformando-o em uma fonte importante sobre tais assuntos (NOBRE, 2014).

Devido a problemas de saúde, em 1930 Horkheimer sucedeu Grünberg, o que propiciou uma nova estrutura teórica e política preocupada com a análise crítica do capitalismo e o surgimento da *Zeitschrift für Sozialforschung* (Revista de Pesquisa Social), substituindo a *Archiv* como o novo veículo de produção e divulgação das percepções dos autores²⁰ (FREITAG, 2004).

O interesse documentário de *como* a classe operária enfrentava as crises específicas do capitalismo do início do século XX transformou-se no interesse teórico do *porquê* de a classe operária não ter assumido o seu destino histórico de revolucionar a ordem estabelecida (FREITAG, 2004, p. 15, grifo da autora).

Inspirado principalmente em elementos marxistas, freudianos e hegelianos, Horkheimer apresentou suas interpretações e as utilizou para a compreensão do tempo presente (FREITAG, 2004; NOBRE, 2014), reorientando as reflexões “de um patamar abstrato para um nível mais concreto que não se confundisse, no entanto, com o puro ativismo da luta partidária” (FREITAG, 2004, p. 15).

Em razão da eminência do nazismo e do antissemitismo, a partir de 1931 foram criadas filiais em Genebra, Londres e Paris. No ano de 1933, o governo nazista confiscou o prédio do Instituto em Frankfurt e, em 1934, ele foi transferido à Nova Iorque e vinculado à Universidade de Columbia, sob o nome de *International Institute of Social Research* (Instituto Internacional de Pesquisa Social), financiando bolsas de pesquisa para intelectuais perseguidos, como Benjamin – que vivia em Paris à época (FREITAG, 2004).

Os estudos durante o período nos Estados Unidos expressaram a percepção dos autores sobre o capitalismo moderno e a democracia de massa na cultura americana, refletindo na publicação de textos fundamentais²¹ para a própria constituição de uma teoria crítica, que se afastava das ideias positivistas elaboradas pelas ciências naturais e humanas até então (HORKHEIMER, 1980). Para Adorno e Horkheimer, esse capitalismo administrado (ou mundo administrado) “é um sistema que se fecha sobre si mesmo, que bloqueia

²⁰ Apesar de contribuições à Revista, muitos teóricos somente se filiaram ao Instituto após sua emigração para os Estados Unidos, como é o caso de Adorno, Walter Benjamin (1892-1940) e Herbert Marcuse (1898-1979) (FREITAG, 2004).

²¹ Podemos citar a *Dialética do Esclarecimento* (ADORNO; HORKHEIMER, 2006).

estruturalmente qualquer possibilidade de superação virtuosa da injustiça vigente e paralisa, portanto, a ação genuinamente transformadora” (NOBRE, 2014, p.50).

O convite para retornar à Frankfurt ocorreu em 1946, efetivando a mudança do Instituto para o seu antigo prédio no ano de 1950. Tempos depois, Adorno é nomeado co-diretor e, em 1967, assume a direção após a aposentadoria de Horkheimer, caminhando com seus escritos em direção à teoria estética, em especial à música, como possibilidade de crítica e transformação da realidade (FREITAG, 2004).

O movimento estudantil na Alemanha e no restante da Europa nos anos 60 mobilizou centros em diferentes localidades apoiados nas percepções de uma Teoria Crítica da Sociedade. De acordo com Freitag (2004), o radicalismo e irracionalidade dessas reivindicações anunciaram certa desilusão e incompreensão recíproca entre os estudantes e os teóricos, consolidando-se com a partida de Horkheimer à Suíça, em 1967, e a morte de Adorno no ano de 1969. A partir da década de 1970, Jürgen Habermas assume a direção do Instituto e propicia um novo entendimento sobre as elaborações de Adorno e Horkheimer, repensando o sentido de crítica e emancipação apresentado pelos autores.

Ainda que possamos dialogar com as várias contribuições e interpretações teóricas que perpassam a Teoria Crítica, nossa escolha principal refere-se aos escritos de Adorno e Horkheimer durante o exílio nos Estados Unidos. Destinamos os tópicos seguintes para desenvolver os conceitos que embasam nosso repertório epistemológico.

3.5 ESCLARECIMENTO E DESENCANTAMENTO DO MUNDO²²

Em algum remoto rincão do universo cintilante que se derrama em um sem-número de sistemas solares, havia uma vez um astro, em que animais inteligentes inventaram o conhecimento. Foi o minuto mais soberbo e mais mentiroso da história universal: mas também foi somente um minuto (NIETZSCHE, 2007, p. 25).

Ironia e desconstrução de paradigmas totalitários se encontram na poética de Friedrich Nietzsche (1844-1900). Com efeito, o conhecimento sempre ocupou destaque na história e desenvolvimento humano, possibilitando o entendimento da realidade e as condições para a

²² Apresentamos a expressão *desencantamento do mundo* em duplo sentido, a saber: como a libertação do mundo mítico oportunizada pelo conhecimento e, também, significando o mal-estar materializado por esse processo, sobretudo pela apropriação da razão instrumental.

adaptação e vivência em sociedade. Desde os primórdios, a ciência e a tecnologia se constituíram junto com a própria evolução e percepção do *ser* e *estar* no mundo, de forma que o temor do desconhecido e as explicações antropomórficas e mágicas sobre os fenômenos se transformaram em saber e demarcaram a fronteira entre *mythos* e *logos*.

Na perspectiva kantiana, especialmente no texto *O que é o esclarecimento?*, o saber se materializa a partir dos ideais de autonomia e liberdade. Para Kant (1974), o esclarecimento conduz os sujeitos à maioridade e à atitude crítica em face de sua história, apropriando-se da razão autodeterminada como um ato de coragem e ousadia para servir-se de suas decisões e transcender as tutelas sociais.

Todavia, Burns (1968) discorre que o auge da revolução intelectual iniciou na Inglaterra em meados de 1680 e rapidamente difundiu-se pela Europa e América, alcançando seu apogeu na França durante o século XVIII. O movimento conhecido como Iluminismo ou Época das Luzes moldou as ações e pensamentos ocidentais e fundamentou premissas inspiradas na racionalidade de René Descartes (1596-1650) e, em certa medida, na obra de Isaac Newton (1642-1727) (BURNS, 1968).

Em *Discurso do Método*, publicado em 1637, Descartes afirma que o caminho para alcançar a verdade consiste na aplicação correta dos preceitos do método científico, que incluem a divisão dos problemas em tantas parcelas quanto possíveis e necessárias para melhor entendê-los e o direcionamento das ideias simples às mais complexas, generalizando o processo (DESCARTES, 1979). Para o filósofo, a construção racional do mundo garantiria que a razão humana pudesse ser aplicada de maneira objetiva e possibilitasse, por conseguinte, a observação da realidade (DESCARTES, 1979). Newton, por sua vez, submeteu os fenômenos a interpretações absolutas e universalizou conceitos físicos de seus precursores²³ aos espaços infinitos. Diante dessa conjuntura, “era fácil chegar à conclusão de que todos os acontecimentos da natureza são governados por leis universais, capazes de ser formuladas com tanta precisão quanto os princípios matemáticos” (BURNS, 1968, p. 679).

À medida que “o número tornou-se o cânon do esclarecimento” (ADORNO; HORKHEIMER, 2006, p. 20), o pensar renunciou à crítica e transformou-se em objeto de dominação, poder e exploração. A grande escola da unificação, que fornecia a calculabilidade do mundo e de suas relações, quantifica e iguala coisas distintas por meio da racionalidade, tornando o heterogêneo comparável e aprisionando o pensamento à imediaticidade e à

²³ Podemos citar Galileu Galiei (1564-1642) e Johannes Kepler (1571-1630).

superficialidade dos fenômenos, já que o conhecer se efetiva como repetição (ADORNO; HORKHEIMER, 2006).

Essa lógica racional controla as estruturas de produção, distribuição e consumo de bens e serviços por meio de dispositivos políticos e burocráticos, delineando as tendências econômicas, a socialização, os processos formativos e também a personalidade dos sujeitos (NOBRE, 2014). Ao tornar-se instrumental, a razão propicia que a ciência deixe de ser uma forma de acesso aos conhecimentos e se transforme na alienação e mistificação das massas.

Dentre seus últimos escritos, Foucault (2000) problematiza a atualidade à luz dos ideais kantianos (KANT, 1974), afirmando que os acontecimentos revelam que o esclarecimento não nos tornou maiores; a modernidade ainda não alcançou tais objetivos. No entanto, o desvelamento da realidade em seus sistemas objetivos e subjetivos implica a “fé nas Luzes”, a “análise histórica dos limites que nos são colocados e prova de sua ultrapassagem possível” (FOUCAULT, 2000, p. 351).

Trata-se, na percepção de Adorno e Horkheimer (2006), de compreendermos os motivos pelos quais a racionalidade bloqueou as possibilidades emancipatórias e transformou as pessoas em mecanismos de uma ordenação ilusória, desigual e opressiva. Como uma sociedade dita esclarecida, ao invés de empenhar-se na constituição da liberdade, autonomia e igualdade, conduziu homens, mulheres e crianças ao extermínio? Aliás, como a coragem e a ousadia de saber (KANT, 1974) podem se materializar diante de realidades convenientemente silenciadas que camuflam as reais condições impostas aos sujeitos?

A razão não pode tornar-se, ela mesma, transparente enquanto os homens agem como membros de um organismo irracional. Como uma unidade naturalmente crescente e decadente, o organismo não é para a sociedade uma espécie de modelo, mas sim uma forma apática do ser, da qual tem que se emancipar (HORKHEIMER, 1980, p. 19).

Nessa percepção irracional de mundo, a totalidade perfaz construções normativas e imutáveis; uma realidade posta e, portanto, aceita. O pensar crítico, ao contrário, não confia em diretrizes totalitárias e absolutas, pois se esse mundo é para as pessoas algo que precisa ser captado, também o é, em sua existência e concretude, produto da práxis social e passível de transformação (HORKHEIMER, 1980).

Foucault (2000) afirma que a formulação de Kant (1974) é uma questão que ainda nos é colocada; um problema filosófico do presente. Retomando o trecho de Nietzsche à luz de nosso diálogo, ainda que o conhecer – enquanto invenção humana efêmera e pontual – se envaideça, o desencantamento do mundo manifesta a soberba e mentira de tal pretensão.

Nisso consiste o trabalho crítico, “o trabalho sobre nossos limites, ou seja, um trabalho paciente que dá forma a impaciência da liberdade” (FOUCAULT, 2000, p. 345), pois a “representação de uma liberdade sempre existe, mesmo que os homens estejam escravizados” (HORKHEIMER, 1980, p. 34).

3.6 INDÚSTRIA CULTURAL E SEMIFORMAÇÃO

O desenvolvimento pleno e integral do homem na Paideia, a transformação verdadeira, a disciplina, a prudência e a moral em Kant (1999), a democracia na tradição europeia da *Bildung* e a preocupação com o *ser mais* descrita por Freire (2019) manifestam que os ideais formativos são compreendidos em diferentes tempos e contextos como a possibilidade de um sujeito elevado em sua essência, ético e esclarecido para viver e atuar no mundo.

Na percepção de Adorno, a formação consiste na apropriação subjetiva da cultura como produção e reprodução das condições materiais, mediando as relações que perpassam o contexto histórico e social no qual as pessoas fazem parte. Trata-se, no entanto, de uma apropriação autônoma, livre, radicada em sua própria consciência e que pressupõe uma realidade sem injustiças e explorações; uma sociedade autônoma, pois “quanto mais lúcido o singular, mais lúcido o todo” (ADORNO, 2010, p. 13).

Entretanto, a formação ocorre contrariamente em estruturas que implicam a submissão e a acomodação, convertendo-se, dialeticamente, na “liberdade e na falta de liberdade” (ADORNO, 2010, p. 23), uma vez que a quimera das escolhas individuais postula as próprias conjunturas que negam essa possibilidade. O desencantamento do mundo proveu a ausência da reflexão e do pensar, pois na medida em que a cultura se transforma em mercadoria e é controlada pela lógica do capital, os esquemas e as formas justificam a onipresença do espírito alienado e a renúncia à autodeterminação (ADORNO, 2010).

A cultura que, de acordo com seu próprio sentido, não somente obedecia aos homens, mas também sempre protestava contra a condição esclerosada na qual eles viviam, e nisso lhes fazia honra; essa cultura, por sua assimilação total aos homens, torna-se integrada a essa condição esclerosada; assim, ela avilta os homens ainda uma vez (ADORNO, 1994, p. 93).

De acordo com Freitag (2004), a revolução tecnológica industrial possibilitou a reprodução em série dos bens culturais e garantiu o seu acesso às massas, resignificando sua

apropriação pela elite burguesa. Contudo, essa reconciliação inautêntica entre cultura e civilização anula a reflexão e a crítica e, ao contrário de incluir os *invisibilizados*, propicia a decadência da própria cultura e a alienação.

O potencial emancipatório das obras de arte estava nas contradições entre o universal e o particular, a verdade e a não verdade, propiciando a ideia de uma vida verdadeira expressa na alteridade, nas diferentes interpretações manifestas e no impacto da dissemelhança com o real. Não obstante, a racionalidade impõe seus esquematismos e repetições vazias, lhes conferindo a previsibilidade, a falsa identidade coletiva e a negação das tensões existentes, bem como sua problematização e transcendência (ADORNO; HORKHEIMER, 2006). A cultura agora intenta o entretenimento e a padronização dos comportamentos.

Ela é a indústria da diversão e pode ser procurada por aqueles e aquelas que precisam esquecer a mecanização do trabalho e ter novamente condições para enfrentá-lo. “Divertir-se significa sempre: não ter que pensar nisso, esquecer o sofrimento até mesmo onde ele é mostrado” (ADORNO; HORKHEIMER, 2006, p. 119). Esse prazer fugaz também expressa estar de acordo, se resignar as estruturas sociais e não refletir sua totalidade, contentando-se na incompreensão do existente.

Cultura e humanidade se dissociaram uma da outra. O ideal iluminista, fundamentado na autonomia e emancipação, foi substituído pela razão instrumental, assim como a indústria cultural assumiu a herança civilizatória da democracia e oportunizou a perda da individualidade e a reificação do pensamento. A racionalidade tornou-se irracional e o próprio mecanismo para a semiformação da sociedade, passando a ser o modelo dominante da consciência – apesar de toda informação e conhecimento difundidos (ADORNO, HORKHEIMER, 2006; ADORNO, 2010).

O semiformado está excluído da cultura ao passo que também concorda e a aceita, visto não ser possível a transformação das realidades enquanto persistirem sua atuação impotente, oportunizada pelo “espírito conquistado pelo caráter de fetiche da mercadoria” (ADORNO, 2010, p. 25). A semiformação se materializa como a promessa de uma formação completa e efetiva, apresentando-se com o mesmo viés ideológico da indústria cultural: a viabilidade de se conquistar os desejos por meio do consumo de seus produtos.

A indústria cultural “confere a tudo um ar de semelhança” (ADORNO; HORKHEIMER, 2006, p. 99), uma vez que a diferenciação mecânica de seus objetos modifica apenas a hierarquia com que são oferecidos ao público, reverberando na segregação, no aumento das desigualdades e na ilusão da concorrência e possibilidade de escolha.

Enquanto refúgio imediato e de vida, a promessa da customização e individualidade fortalece sua ideologia (ADORNO, 1994; ADORNO; HORKHEIMER, 2006).

As tentativas de legitimá-la se justificam pelo fato de que a participação coletiva imporia métodos de reprodução (inevitavelmente) padronizados para a satisfação de necessidades iguais. Todavia, a explicação consiste na criação de um círculo de manipulação que contém em sua unidade coesão. O sujeito não é mais sujeito, mas um ser genérico – em sua essência e práxis – que segue as tendências do universal.

Para Zuin e Zuin (2017), o conceito de indústria cultural e semiformação não podem ser considerados como parte de uma causalidade e efeito, mas dependentes do tempo e da realidade socialmente construídos, especialmente porque as práticas educativas se corporificam nessa conjuntura. Da mesma forma que reflexões isoladas são pouco efetivas, ao tratarmos a crise educacional apenas como questão pedagógica distanciada de sua temporalidade, as contribuições – embora necessárias – nos revelarão uma percepção ingênua e despreocupada, sendo fundamental apreendermos as condições objetivas e subjetivas que pressupõem o educar na atualidade. Sobre isso, resta-nos dialogar sobre a eminência dessas percepções na era da tela onipresente.

3.6.1 A Internet das Coisas e a atualidade dos conceitos de indústria cultural e semiformação

As reflexões de Adorno e Horkheimer sobre a indústria cultural decorrem da época em que o cinema era o seu principal representante. Entretanto, as relações significam e são ressignificadas pelas novas construções tecnocientíficas, oportunizando que as telas se materializem em todas as esferas sociais como a extensão dos sujeitos.

Com efeito, a informação se transformou na matéria-prima do mercado globalizado e se consolidou sob a ótica da ruptura do espaço-tempo, da obsolescência e customização. A noção de comunidade extrapola a presença física e as estruturas simbólicas se reproduzem no virtual – que também se efetiva e se mistura ao concreto. Exemplo do que queremos expressar foi o lançamento, pela grife italiana *Gucci*, de um tênis virtual para ser usado em filtros de *video games* e redes sociais como *Tik Tok* e *Instagram*. O acessório digital custa doze dólares e pode ser adquirido no aplicativo da própria marca ou no aplicativo da *Wanna*, empresa de tecnologia parceira nesse negócio (ironicamente) promissor (STORCH, 2021).

Lira, Yaegashi e Dominico (2019) discorrem que o capitalismo pós-industrial impulsionou o consumo por meio dos aspectos intangíveis, das sensações e experiências. O

problema decorre na maneira como as pessoas absorvem essa imaterialidade, principalmente ao considerarmos que ela se expressa pelo desejo e felicidade da aquisição; como uma promessa que desvanece no instante posterior à compra, uma vez que as mercadorias são orientadas em função de sua comercialização e não do seu conteúdo.

Os interesses do lucro não precisam mais ser o ponto de partida da indústria cultural, pois sua própria ideologia se concretiza sem a necessidade de coação para a venda dos produtos; eles são assimilados (e devem) de qualquer forma – haja vista a utópica ideia de vestir-se apenas virtualmente. Além disso, a organização prévia das “necessidades” ou o mecanismo funcional dos materiais – já projetado para a obsolescência – impõe que os sujeitos sejam objetos e eternos consumidores.

A manutenção desses hábitos superficiais e efêmeros também vem reconfigurando a compreensão da infância e o seu papel na divulgação de bens e serviços. Corrêa (2016) observou que entre 2015 e 2016 os vídeos protagonizados por crianças no *YouTube* aumentaram 564%, enquanto a audiência em conteúdos *unboxing* na plataforma (onde produtos são desembalados de maneira divertida) cresceu 975%, demonstrando que o acesso infantil à internet²⁴ oportuniza novas estratégias mercadológicas e incentiva, de forma precoce, práticas consumistas como ideais de felicidade e bem-estar.²⁵

Diante desse cenário, a brincadeira e o *ser* criança se constroem a partir da lógica insustentável do mercado, oportunizando que as capacidades lúdicas, criativas, afetivas e simbólicas sejam materializadas em estruturas opressoras e alienantes; especialmente no caso das meninas, que vivenciam a infância pautada na normatividade de gênero (LIRA; YAEGASHI; DOMINICO, 2019). Considerando que a formação da consciência é o mecanismo principal para a existência e conservação da indústria cultural (ADORNO, 1994), podemos presumir que esse artifício torna-se mais eficaz à medida que é concebido com o desenvolvimento social e cognitivo das crianças.

Ademais, a universalização e onipresença das telas ininterruptamente propiciam percepções fragmentadas e desconexas da realidade, impedindo a efetiva significação pelos sujeitos e, por conseguinte, sua problematização. Se no passado as telas eram restritas ao ambiente cinematográfico ou ofereciam descanso físico e mental quando desligadas, na

²⁴ Realizada em 2020, a Pesquisa *TIC kids online Brasil* observou que 94% das crianças e adolescentes entre 10 e 17 anos acessam a internet com frequência, estimando-se que 62% delas tenham contato com vídeos *unboxing*. Além disso, 64% possuem conta no *Instagram* e 46% no aplicativo *Tik Tok* (NIC.BR; CETIC.BR, 2020).

²⁵ A publicidade infantil é ilegal no Brasil, mas a maneira pouco evidente em que as narrativas misturam diversão e consumo dificulta o cumprimento das diversas legislações referentes a tais questões, podendo-se citar o artigo 227º da Constituição Federal de 1988, o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), o Código de Defesa do Consumidor (CDC), entre outros.

atualidade elas se incorporam em todos os espaços e momentos do cotidiano, propiciando funções relativas ao trabalho, à socialização, ao lazer, a “concentração e dispersão, ser ignorado ou ser percebido, a ponto de todas essas potencialidades se tornarem indiscerníveis entre si” (TÜRCKE, 2010, p. 44).

Para TÜRCKE (2010), essa ruptura espaço-temporal modificou o processamento, a difusão e a assimilação dos conteúdos pelas pessoas, criando experiências e memórias efêmeras e que sucessivamente são interrompidas por novos e diferentes estímulos: uma distração concentrada.

Os pensamentos e ações são fundamentados apenas na temporalidade presente e, ao passo que postulam a ilusão da suficiência, proíbem a atividade intelectual pela velocidade com que os conteúdos se apresentam diante dos olhos (ADORNO; HORKHEIMER, 2006; ZUIN; ZUIN, 2019). “A semiformação não se confina meramente ao espírito, adultera também a vida sensorial” (ADORNO, 2010, p. 25).

Isso dificulta o desvelamento da realidade e a compreensão das estruturas objetivas e subjetivas que perpassam o *ser* e *estar* no mundo e com o mundo. Trata-se de “uma fraqueza em relação ao tempo, à memória, única mediação capaz de fazer na consciência aquela síntese da experiência que caracterizou a formação cultural em outros tempos” (ADORNO, 2010, p. 33).

Como transcender a realidade, transformar suas contradições e esperar um presente e porvir democrático, plural e solidário ao outro, outra e ambiente excluindo as perspectivas que poderiam iluminar seus equívocos?

Maar (1995) discorre que a educação não é a condição para a emancipação dos sujeitos. Acrescentamos que, para tanto, as práticas pedagógicas devem eliminar a parcialidade dos fenômenos, pois “a única possibilidade de sobrevivência que resta à cultura é a autorreflexão crítica sobre a semiformação, em que necessariamente se converteu” (ADORNO, 2010, p. 39).

Importante mencionarmos que dentre as (muitas) incoerências manifestas no contexto educacional brasileiro há algum tempo, o Movimento Escola sem Partido pressupõe um educar dissociado de sua materialidade como defesa da moral e bons costumes. Para Gomes e Zuin (2020), trata-se de uma escola que toma o partido da opressão, violência e desenvolve, ainda mais, as *invisibilidades* e *inexistências*. Uma escola partida em sua própria natureza: o esclarecimento (GOMES; ZUIN, 2020).

Considerando que a razão instrumental se efetiva como racionalidade dominante, qualquer possibilidade de transcendência estaria bloqueada por seus mecanismos. Essa aporia,

descrita por Adorno e Horkheimer (2006), assume a fragilidade eminente do pensar crítico e esclarecido. Entretanto, Nobre (2014, p. 10) afirma que “compreender o que é tendo em vista o melhor que ele traz embutido em si” é também parte da realidade, uma vez que mostra os desafios e potencialidades que nos são postos.

Nesse sentido, importa questionarmos a maneira como essas narrativas são construídas na profissionalização docente, especialmente em duas disciplinas do curso de Licenciatura em Química da UFSCar, uma vez que a junção entre tecnociência, mercado e TIC propicia mecanismos de controle e coesão que operam em todos os momentos e lugares com eficácia “anestésica”. Na próxima seção discorreremos acerca das escolhas metodológicas desta tese, a fim de apresentar o contexto e as particularidades da pesquisa.

4 DELIMITANDO A TESE: O PERCURSO METODOLÓGICO

Do ponto de vista metodológico, é necessário discorrermos sobre os elementos e estratégias que perpassam este trabalho. Adotamos a abordagem qualitativa, uma vez que a pesquisa foi materializada e compreendida em suas particularidades locais e temporais, sendo descrita e explicada em relação ao seu contexto (FLICK, 2009; LÜDKE; ANDRÉ, 2020).

De acordo com Flick (2009), estudos qualitativos possuem como aspectos essenciais o reconhecimento e entendimento de diferentes perspectivas, as reflexões do pesquisador ou pesquisadora como parte da construção do conhecimento e a variedade e dinâmica dos métodos empregados. Justificamos ainda essa escolha em razão das investigações terem ocorrido durante as aulas a fim de determinarmos as circunstâncias, as práticas, as percepções, os procedimentos e interações ao longo das disciplinas, oportunizando que as subjetividades dos diferentes atores sociais envolvidos (incluindo a pesquisadora) também fossem interpretadas e consideradas no desenvolvimento do trabalho (FLICK, 2009; LÜDKE; ANDRÉ, 2020).

Sobreposto a essa natureza qualitativa, delineamos o planejamento das técnicas de coleta de dados a partir do entendimento sobre estudos de caso (YIN, 2001), não intencionando investigar a totalidade das experiências formativas oportunizadas pela Licenciatura em Química na UFSCar ou em outras IES, mas uma visão sobre elas, seus pressupostos e desdobramentos dentro de um cenário específico, com contornos estabelecidos e que representam uma unidade em um sistema mais amplo (GIL, 2002; LÜDKE; ANDRÉ, 2020). Para Yin (2001, p. 32), o estudo de caso “investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Ressaltamos que se trata de uma representação singular sobre a profissionalização docente, onde os resultados das investigações poderão – assim como em outras estratégias – ser generalizáveis a proposições teóricas no campo educacional, sobretudo na formação de professores e professoras de Química.

Ainda sobre o planejamento metodológico, a observação das questões que norteiam a pesquisa é outro interessante aspecto abordado por Yin (2001). O autor discorre que problemas do tipo *como* e *por que* resultam em trabalhos predominantemente explanatórios e que podem ser conduzidos por meio de estudos de caso. Em suas palavras, as questões possuem substância e são oportunas para definir os instrumentos de investigação.

A partir desse delineamento teórico-metodológico, o olhar para os fenômenos dentro do seu contexto compreende um dos instrumentos fundamentais para a obtenção de uma ampla variedade de evidências, bem como propicia novos elementos e interpretações para representar a realidade do estudo em sua totalidade e complexidade, oportunizando uma construção que se faz e refaz constantemente (YIN, 2001; LÜDKE; ANDRÉ, 2020). No entanto, antes de apresentarmos os instrumentos de coleta e análise dos dados, transitemos ao tópico seguinte para melhor delinear nosso campo de estudo: as disciplinas *Introdução à Química Verde e Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química*, oferecidas no curso de Licenciatura em Química da UFSCar.

4.1 ELEMENTOS E CARACTERÍSTICAS DO CAMPO DE ESTUDO

A Licenciatura em Química foi um dos primeiros cursos da UFSCar, sendo criada em 1970 com o intuito de formar professores e professoras para atuarem no Ensino Médio e Superior. Sua efetivação ocorreu um ano depois com o ingresso da primeira turma e, em 1976, foi instituído de forma automática o Bacharelado em Química, visto que possuía a mesma base curricular. A partir disso, uma série de estruturações – que incluíam majoritariamente conteúdos químicos – transformaram a Licenciatura em um apêndice do Bacharelado. Em 1981, por meio da realização de disciplinas adicionais, tornou-se possível aos bacharelados e bachareladas a obtenção do diploma de Bacharel em Química com Atribuições Tecnológicas, configurando três possibilidades formativas no Departamento, que possuíam um núcleo comum e diferenciações baseadas em seus respectivos objetivos (UFSCAR, 2016).

Para atender possíveis estudantes que precisavam trabalhar durante o dia, no ano de 1999 foi inaugurado um curso de Licenciatura noturno, fundamentado – segundo o Projeto Político Pedagógico²⁶ – em uma formação conceitual e pedagógica condizente com as carências existentes na área de ensino de Química (UFSCAR, 2016).

Em acordo com o Conselho Nacional de Educação CNE/CP 009/21²⁷ (BRASIL, 2001), a Licenciatura diurna foi extinta no ano de 2003 e, em 2004, também foram realizadas

²⁶ O Projeto Político Pedagógico ao qual nos referimos é o atual (após a última reformulação curricular, em 2016). Embora não tenhamos acesso ao documento elaborado no ano de 1999, os dois arquivos disponíveis no site do Departamento (vigente e anterior) possuem essa mesma percepção sobre os pressupostos do curso noturno.

²⁷ Dentre outras determinações, o parecer estabeleceu que a formação de professores e professoras deve ser realizada como um processo autônomo, com estrutura e identidades próprias e efetuadas em cursos de licenciatura plena (BRASIL, 2001).

mudanças curriculares no curso noturno baseadas em outros requerimentos legislativos²⁸ (UFSCAR, 2016). Importante mencionar que em 2009 o REUNI, programa federal para reestruturação e expansão das universidades brasileiras, possibilitou a ampliação das vagas em 50% (aumentando seu número de 20 a 30) (BRASIL, 2007).

Desde então, ocorreram reformulações na matriz curricular em 2014 e em 2017, onde as disciplinas foco deste estudo foram inseridas juntamente com demais mudanças e inclusões, como a incorporação de *Didáticas e Educação das Relações Étnico-Raciais*²⁹.

O curso possui dez períodos (ou semestres) letivos, sendo que *Introdução à Química Verde* é ofertada no 6º período e *Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química* no 9º, apesar de ser possível a existência de estudantes matriculados em diferentes etapas formativas – visto o pouco (ou nenhum, no caso das TIC) requisito para frequentá-las³⁰ (UFSCAR, 2016).

O acompanhamento das aulas ocorreu ao longo de 2019 após a aprovação do trabalho pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos (CEP/UFSCar), com a participação nas aulas de *Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química* no primeiro semestre e de *Introdução à Química Verde* no segundo. Interessante destacar que também acompanhei *Química Verde* em 2018, o que possibilitou um entendimento geral sobre a dinâmica formativa e colaborou para o que Lüdke e André (2020) descrevem como o planejamento e a preparação das observações no campo de estudo, buscando uma perspectiva de totalidade sem se distanciar dos objetivos propostos.

Além disso, não houve impedimento ético pelo fato da orientadora desta pesquisa ministrar as disciplinas. Desde o início, estávamos cientes dessa relação e da autonomia para o desenvolvimento das investigações e seus desdobramentos.

Todos os discentes aceitaram participar do trabalho, compondo um conjunto de 15 estudantes (11 licenciandas e 4 licenciandos) em *Química Verde* e 21 (10 licenciandas e 11 licenciandos) em TIC.

²⁸ Podemos mencionar o CNE/CP nº 2, que determinou a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena (BRASIL, 2002), e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (nº 9394/96) (BRASIL, 1996).

²⁹ Interessante observarmos o quão tardia é a inserção dessa disciplina, principalmente considerando que a Resolução CNE/CP nº 1 de 2004 já preconizava a educação das relações étnico-raciais e o ensino de história e cultura afro-brasileira e africana (BRASIL, 2004). Uma educação que emancipe e esclareça também necessita problematizar tais atrasos.

³⁰ *Introdução à Química Verde* possui como pré-requisito a disciplina *Fundamentos de Química*, oferecida no 1º período (UFSCAR, 2016).

4.1.1 Sobre as disciplinas

Antes de delinear os objetivos sobre as experiências formativas, o Projeto Político Pedagógico da Licenciatura em Química na UFSCar possui como objetivos de *Introdução à Química Verde e Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química*, respectivamente:

1. Dar subsídios para a compreensão e análise das implicações científicas, tecnológicas, sociais e ambientais relacionadas aos processos químicos utilizados no sistema produtivo. 2. Apresentar ao estudante o contexto histórico do desenvolvimento da Química Verde. 3. Introduzir os princípios da Química Verde e suas aplicações. 4. Possibilitar ao estudante planejar, implementar e avaliar um projeto que compreenda os conteúdos voltados à Química Verde, especialmente em contextos educativos. Apresenta como ementa: Evolução histórica da Química Verde. Os princípios da Química Verde. Estudo de casos voltados à aplicação da Química Verde em vários setores, como o industrial, acadêmico e da educação básica. Planejamento, aplicação e análise de um projeto que compreenda os princípios da Química Verde (UFSCAR, 2016, p. 113).

1. Preparar o licenciando de Química para atuar criticamente em novos contextos de ensino com base nas tecnologias da informação e comunicação (TIC). 2. Possibilitar formação teórica, metodológica e técnica voltada ao ensino e aprendizagem de Química por meio das TIC, considerando as mais recentes pesquisas na área de educação/ensino de Química: planejamento, desenvolvimento, emprego e avaliação de materiais didáticos. Apresenta como ementa: Tópicos sobre novas tecnologias da comunicação para o ensino: reflexão sobre as diferentes formas, níveis, possibilidades e limitações das ferramentas de comunicação contemporâneas e informatizadas. O ensino de Química e os novos meios de informação e comunicação: seleção e organização de conteúdos. Projetos sobre planejamento, desenvolvimento, uso e avaliação de atividades didáticas para o ensino de Química, considerando o uso das TIC (UFSCAR, 2016, p. 132).

Isto posto, na primeira aula de *Introdução à Química Verde* os discentes foram convidados a participar da palestra e mesa-redonda com o prof. Dr. Attico Chassot, que ocorreu durante a Semana da Química da UFSCar em 2019.

Nos encontros seguintes, a disciplina foi trabalhada por meio da leitura e discussão de textos (em sua maioria artigos) que abordavam o contexto histórico e social da emergência da Química Verde no Brasil e no mundo, bem como os pressupostos e desdobramentos dessa filosofia e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (UN, 2015). A dinâmica desenvolveu-se por meio de uma questão elaborada pela professora ao final da aula (ou enviada por e-mail), embasando as principais ideias da próxima leitura. Assim, os licenciandos e licenciandas deveriam discorrer por escrito e apresentar no início da aula seguinte como o ponto de partida das discussões.

Além disso, a exibição e diálogo sobre o documentário *Obsolescência programada: a conspiração da lâmpada* (CORDEIRO, 2019) durante um dos encontros complementou a abordagem dos textos, principalmente no que se refere à sustentabilidade.

Em duplas (ou trio), os discentes contextualizaram um (ou mais) Princípio (s) da Química Verde (ANASTAS; WARNER, 1998) em um vídeo de aproximadamente três minutos. A atividade contou com o apoio técnico de uma integrante do nosso grupo de pesquisa com formação em Imagem e Som, estando à disposição para auxiliá-los na produção do material.³¹

Outra experiência formativa foi a abordagem de uma *WebQuest*, sendo inicialmente a partir da leitura e discussão de artigos e, depois, problematizando a agricultura orgânica e a convencional por meio da representação de personagens fictícios. Para tanto, os estudantes foram divididos em grupos (refletindo interesses sociais distintos³²) a fim de pesquisar em fontes bibliográficas disponibilizadas na plataforma e de acordo com os respectivos papéis, dialogando o assunto posteriormente em um painel (contendo um ou uma representante de cada setor). Ao final da atividade, houve a elaboração de textos coletivos para compor o jornal *Sustentabilidade*.

Como introdução aos estudos de caso, os licenciandos e licenciandas (em duplas ou em trio) primeiramente apresentaram um plano de aula já descrito na literatura, pontuando seus elementos, contexto e características do problema (ou estória). Isso foi feito a partir do livro *Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais* (QUEIROZ; CABRAL, 2016), com a escolha de um dos casos investigativos abordados na obra.

Após essa preparação, eles e elas elaboraram seus próprios estudos de caso pensando-se na Educação Básica. O trabalho seguiu algumas diretrizes (Anexo A) e foi entregue de forma escrita e também compartilhado com o restante da turma em seminários, ressaltando que o desenvolvimento e/ou esclarecimento de dúvidas poderia ser dialogado conosco (pesquisadora e professora) em mensagens por e-mail ou durante os momentos formativos que possuíam esse objetivo.

No que se refere a *Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química*, as leituras e discussões iniciais – que possuíam dinâmica similar à adotada em

³¹ Além da pesquisadora, *Introdução à Química Verde* também dispunha de uma doutoranda, que atuava como PESCD (Programa de Estágio Supervisionado de Capacitação Docente), e dois estudantes de iniciação científica. *Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química*, por sua vez, possuía a pesquisadora e um graduando. Todos e todas participavam do grupo de pesquisa à época e também colaboravam com as práticas educativas.

³² A proposta de divisão foi: político, agricultor/a, especialista em sustentabilidade, químico/a, representante da ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química) e moderador/a.

*Química Verde*³³ – abordavam as TIC e a pedagogia de projetos no currículo escolar, seus pressupostos e desafios. Além disso, a *WebQuest* também foi desenvolvida (incluindo as mesmas representações sociais, debate e preparação do jornal) e o trabalho final, que compreendia a organização de uma sequência didática baseada na pedagogia de projetos (em versão escrita e apresentada à turma). Importa mencionarmos que os licenciandos e licenciandas também tinham algumas instruções (Anexo B) e nossa orientação durante os desenvolvimentos, além do apoio técnico no decorrer de todo o semestre.

4.2 OS INSTRUMENTOS PARA A COLETA DOS DADOS

Conforme mencionado anteriormente, acompanhamos as experiências formativas ao longo de todo o semestre. Lüdke e André (2020) discorrem que essa observação possibilita maior proximidade com o fenômeno e com as perspectivas dos participantes, oportunizando compreender os sentidos que eles e elas atribuem às suas ações e ao contexto que os cercam. Além disso, a maneira pela qual ocorre o envolvimento com o campo de estudo não perpassa apenas pela decisão do uso da pesquisa participante, mas compreende uma escolha entendida em termos de um *continuum* – que decorre da completa imersão ao distanciamento absoluto (LÜDKE; ANDRÉ, 2020).

Concordamos e apreendemos as observações em ambas as disciplinas no âmbito desse *continuum*, uma vez que o afastamento e o silêncio caracterizavam determinados momentos, enquanto que em outros, minhas percepções de pesquisadora e autora se materializavam como resultado de uma construção de conhecimentos colaborativa entre todas e todos os presentes. As finalidades e a possibilidade de concordância com o trabalho foram expostas aos discentes no início do semestre letivo, viabilizando o acesso a ampla variedade de informações e materiais elaborados.

As anotações dos momentos formativos foram escritas em um caderno e incluíam uma parte descritiva e uma de natureza reflexiva, onde expressava ideias, sentimentos, impressões, surpresas, especulações, dentre outras subjetividades. O dia, a hora e o contexto da atividade que estava sendo desenvolvida também integravam os registros.

Para Zabalza (2004), esse documento pessoal possibilita o aprofundamento teórico e também pessoal dos acontecimentos por meio de um distanciamento reflexivo que explora a

³³ A publicação das questões e o envio dos textos eram feitos por meio do ambiente virtual de aprendizagem (AVA).

dinâmica das interações, bem como a percepção e o relato do pesquisador ou pesquisadora. Trata-se, ainda, de uma interpretação subjetiva baseada nos dados objetivos que a própria narrativa proporciona (ZABALZA, 2004).

Embora essa introspecção tenha importante papel na pesquisa qualitativa, não podemos desconsiderar as críticas existentes à observação como instrumento de coleta de dados, principalmente porque decorrem desse envolvimento na situação de estudo – que pode alterar o ambiente ou o comportamento das pessoas e basear as análises em interpretações pessoais, distorcendo os fenômenos ou os representando de maneira parcial (LÜDKE; ANDRÉ, 2020).

Argumentamos que esta pesquisa também se fundamenta em outros instrumentos metodológicos, o que possibilita o diálogo e o confronto entre os resultados que emergem desses diferentes métodos em um movimento constante de construção e reconstrução. Isso não significa que compreendemos essa triangulação como validação das observações (ou das demais ferramentas usadas), mas a entendemos no sentido de ampliar as possibilidades, a coerência e a expressividade dos dados, complementando sistematicamente o processo analítico (FLICK, 2009).

As observações propiciaram apreender como as experiências formativas se efetivavam, inclusive a partir dos enunciados verbais e não verbais dos sujeitos. Além disso, os estudos de caso e projetos elaborados como produto final das disciplinas foram incluídos ao conjunto de dados, bem como a autoavaliação dos discentes.

Como participamos do desenvolvimento dos trabalhos, nossa primeira opção considerou embasar as análises nas versões preliminares que possuíam apenas as percepções dos estudantes. No entanto, interpretamos que nossas considerações também embasavam de alguma forma os sentidos manifestos nos trabalhos, de modo que as orientações/sugestões (que poderiam ou não ser usadas) também foram parte das (re) construções formativas e, portanto, não poderíamos desconsiderá-las. Ressaltamos ainda que a versão final foi estruturada e escrita pelos próprios discentes, o que possibilitou coerência e rigor científicos para que pudessemos prosseguir dessa maneira.

No que se refere à autoavaliação (Anexo C), ela foi respondida no último encontro e pretendeu investigar de que maneira as expectativas foram ou não atendidas, assim como a compreensão sobre os objetivos, os conteúdos, os procedimentos didáticos utilizados e a própria formação oportunizada pelas disciplinas. Uma das questões também solicitava que os discentes atribuíssem uma nota a si próprios (de acordo com alguns aspectos mencionados e

uma faixa de valores variando entre $> 7,0$ e $10,0$) e a justificassem, de modo que isso correspondeu um dos instrumentos avaliativos.

Nesse sentido, nosso repertório metodológico propiciou o acesso às experiências formativas e às narrativas e significações/sentidos sobre elas na perspectiva dos licenciandos e licenciandas. Os estudos de caso e projetos, por sua vez, oportunizaram compreender de que forma as significações foram internalizadas e materializadas na estruturação de práticas educativas em consonância (ou não) com as controvérsias históricas e sociais do tempo presente.

4.3 A ANÁLISE DOS DADOS

Fundamentamos o estudo dos materiais na Análise Textual Discursiva, que tem se constituído como um método de investigação qualitativa frequente em pesquisas educacionais (PAULA, 2018; SOUSA; GALIAZZI, 2018). Interessante nos reportarmos ao artigo *Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva* (MORAES, 2003), onde o uso da metáfora ilustra a maneira como os entendimentos são manifestos durante o processo analítico, que “consiste em criar as condições de formação dessa tempestade em que, emergindo do meio caótico e desordenado, formam-se *flashes* fugazes de raios de luz iluminando os fenômenos investigados” (MORAES, 2003, p. 192, grifo do autor).

De acordo com Moraes e Galiazzi (2016), as etapas desse processo são: a fragmentação do texto (ou *corpus*) para a codificação de suas unidades, o estabelecimento de relações entre elas e a captação do novo emergente – o que se mostra.

A desmontagem do *corpus* possibilita entender seus elementos a partir da desorganização do conhecimento existente, levando a estrutura semântica ao caos para que novas ordens possam ser formadas (MORAES; GALIAZZI, 2016). Conforme Paula (2018), transcrevemos as autoavaliações e os estudos de caso e projetos em documentos do *Microsoft Word*, assinalando, linha a linha, as informações relevantes a fim de propiciar as unidades de análise.

As autoavaliações (Anexo C) das duas disciplinas foram transcritas na íntegra para contemplar todas as suas questões, desconstruindo as frases até que conseguíssemos atribuir uma palavra-chave representando a unidade. Durante essa etapa, as sentenças eram copiadas

ou reescritas a fim de assumirem um significado o mais completo em si mesmo (PAULA, 2018). A Figura 4 apresenta o processo realizado em uma das questões das autoavaliações³⁴.

Figura 4 – Desenvolvimento da unitarização.

Questionário 2

	QUESTÃO TRANSCRITA NA ÍNTEGRA	UNIDADES DE ANALISE
Q2	2 - Os objetivos ficaram bem claros e em minha opinião foram desenvolvidos para nos conscientizar e nos mostrar algumas atitudes que necessitam ser repensadas. Mostrou também formas de passar este conhecimento para diversos públicos e sempre procurando a sustentabilidade e o pensamento crítico para a situação atual de desenvolvimento.	<ul style="list-style-type: none"> - Objetivos claros - Objetivo era conscientizar sobre atitudes que necessitam ser repensadas - Formas de passar este conhecimento para diversos públicos - Sustentabilidade para a situação atual - Pensamento crítico para a situação atual <ul style="list-style-type: none"> - Conteúdo (G) - Reflexão (E) - Formação docente (F) - Contextualização (L) - Criticidade (D)

Número da questão

Palavras-chave
ou
Unidades de significado/sentido

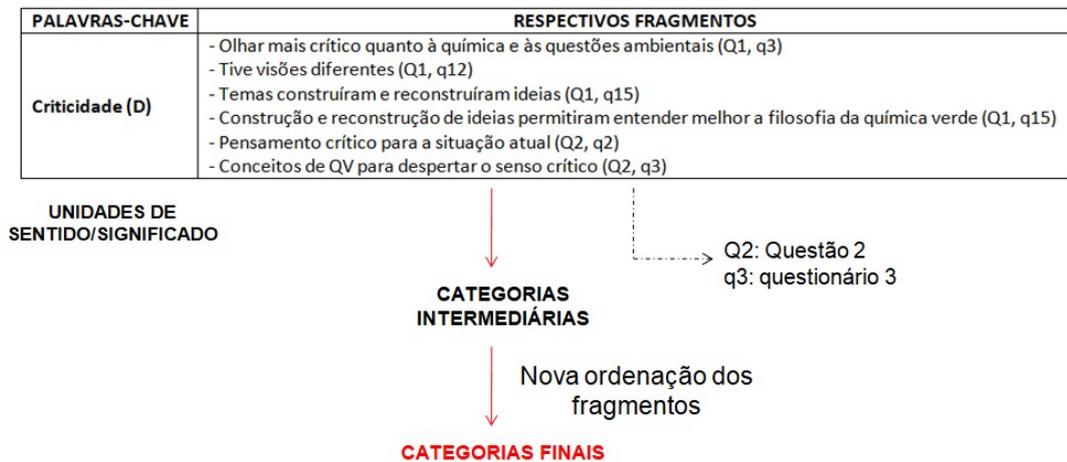
Fonte: elaborado pela autora.

De acordo com Moraes e Galiazzi (2016), o segundo momento consiste no estabelecimento de relações entre as unidades de sentido/significado a fim de formar categorias *a priori* ou *emergentes*. Na primeira, elas são trazidas dos referenciais teóricos e estabelecem previamente como os dados serão classificados; enquanto que, na segunda, são construídas gradativamente a partir do que se mostra (MORAES; GALIAZZI, 2016). Isso não significa a inexistência de teorias implícitas baseando a pesquisa, mas sim que as categorias se manifestam da interpretação do pesquisador ou pesquisadora. Nessa perspectiva trata-se de unitarizar, interpretar e, depois, categorizar.

Para que tivéssemos um olhar mais atento ao que o todo representava, voltamos nossa atenção aos fragmentos e os reunimos conforme sua respectiva palavra-chave (Figura 5). A totalidade, agora agrupada, nos forneceu uma base mais sólida para prosseguir e delimitar as categorias intermediárias e, depois de um novo agrupamento, as finais. Esse caminho do particular ao geral resultou nas *categorias emergentes* e oportunizou compreendermos o que estava sendo dito pelos licenciandos e licenciandas.

³⁴ Para a organização e acesso rápido das respostas originais, caso necessário, identificamos a questão e o questionário (Figura 4). Também atribuímos letras às palavras-chave, conforme orientam Moraes e Galiazzi (2016) e Paula (2018).

Figura 5 – Processo de categorização.



Fonte: elaborado pela autora.

No que se refere aos estudos de caso e projetos (Anexos A e B, respectivamente), a leitura preliminar nos auxiliou delimitar o que seria unitarizado, desmontado e reconstruído junto com nossas interpretações (MORAES; GALIAZZI, 2016). Ressaltamos que todo o *corpus* foi considerado, mas seguimos as análises em dois movimentos diferentes: um descritivo, que propiciou entender o contexto dos trabalhos e a própria maneira como a escrita foi estruturada dentro dos tópicos e, outro, que buscou compreender – por meio da categorização – como as intenções foram significadas e quais os sentidos manifestos.

Dessa forma, categorizamos os itens **Aplicação e Conhecimentos, habilidades e atitudes em foco** dos estudos de caso, e os tópicos **Objetivos e Procedimentos** dos projetos semelhantemente ao estudo das autoavaliações, com a transcrição e desmontagem dos textos e a captação do que se mostrava (MORAES; GALIAZZI, 2016).

Importa mencionarmos que os dois movimentos ocorreram em idas e vindas até que conseguíssemos compreender a gênese e dinâmica dos trabalhos, oportunizando coerência e solidez para fundamentar as categorias que emergiam, bem como descrevê-las e interpretá-las. Isso oportunizou certo distanciamento ao apresentarmos as características das elaborações, evitando um olhar interpretativo sobre elas nesse momento. Além disso, baseamos os movimentos apenas nos trabalhos, não analisando quaisquer produtos feitos pelos discentes para o desenvolvimento do plano de aula, como textos, vídeos, entre outros.

Todo o percurso da categorização (autoavaliações e trabalhos finais) foi fundamentado em elementos que nos permitissem a criação de categorias válidas e coerentes aos nossos objetivos e referenciais teóricos, conforme orientam Moraes e Galiazzi (2016). Além dessa validade construída ao longo do processo, a organização das unidades de sentido/significado

(unitarização – Figura 4) foi feita partindo de um único critério a fim de garantirmos a homogeneidade da classificação (MORAES; GALIAZZI, 2016). Ressaltamos que aplicamos esse critério a cada nível (categorias iniciais, intermediárias e finais) de maneira independente, sendo construído e tornando-se mais claro à medida que caminhávamos com as análises.

No entanto, isso não significa que nossas categorias sejam exclusivas e possuam delimitações exatas que nos permitiriam afirmar suas fronteiras. De acordo com Moraes e Galiuzzi (2016), nossa percepção mostra-se coerente ao pensarmos que as unidades de análise (Figura 4) também não podem ser representadas por um único sentido, oportunizando, por conseguinte, a possibilidade de classificá-las em mais de uma categoria. Concordamos com o autor e autora quando relacionam as *categorias emergentes* aos mosaicos, pois “ainda que se possam identificar partes significativas no todo, essas se interpenetram, diluindo-se suas fronteiras” (p. 108).

Nessa perspectiva, há um “núcleo central” em nossas categorias onde observamos características mais acentuadas, ao mesmo tempo em que tais especificidades diminuem conforme nos afastamos desse “núcleo”.

A captação do novo emergente (nas autoavaliações e trabalhos finais) possibilitou a construção de um metatexto – diferente do *corpus* de análise, mas dele formado – abrangendo os fenômenos e interlocuções entre os conhecimentos empíricos e teóricos. Moraes e Galiuzzi (2016) afirmam a possibilidade de diferentes perspectivas para essa construção, podendo-se, por exemplo, iniciar com a escrita baseada nas categorias iniciais e seguir o encadeamento dos parágrafos. Nossa opção partiu do todo (categorias finais) ao individual, de forma que as particularidades das unidades de análise fossem representadas. A essa construção acrescentamos, quando pertinente, frases dos estudantes (contidas no *corpus*) ou nossos registros decorrentes do acompanhamento das aulas, tendo em vista abordar a completude do que foi manifesto.

Os múltiplos caminhos concebidos oportunizaram qualificar os sentidos expressos e eliminar possíveis incoerências mostradas ao longo do processo, proporcionando que o material voltasse à ação em cada nova escrita (PAULA, 2018), assim como também nos transformássemos nessa dinâmica (reconstrutiva) de novas compreensões.

5 UMA TEMPESTADE DE LUZ: DAS CATEGORIAS EMERGENTES À TEORIZAÇÃO

Conforme dialogado anteriormente, o estudo dos dados por meio da ATD possibilitou que o entendimento e a teorização dos fenômenos pudessem ser expressos em um metatexto (MORAES, 2003; MORAES; GALIAZZI, 2016). Essa construção propiciou a imersão profunda e detalhada nos discursos dos licenciandos e licenciandas, bem como a constância e retorno pacientes a fim de que pudéssemos descrever e interpretar o que se manifestou no *corpus*. Como bem descreve Moraes (2003), a metáfora da tempestade de luz é vivenciada durante esse percurso, pois os *flashes* de raios começam a surgir da fragmentação caótica e desordenada e atribuem sentido às frases unitarizadas, oportunizando o estabelecimento de novas ordens.³⁵

Ressaltamos que esse processo foi feito com cada material (autoavaliações e trabalhos finais de *Introdução à Química Verde e Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química*) de forma independente, o que possibilitou a construção de quatro metatextos diferentes, sendo que apresentaremos suas respectivas categorizações (iniciais, intermediárias e finais) em quadros – também separados. Isto posto, sigamos à exposição do que emergiu de nossas análises.

5.1 AS AUTOAVALIAÇÕES DE QUÍMICA VERDE

O estudo das autoavaliações possibilitou inicialmente 18 categorias, que foram reagrupadas em 10 categorias intermediárias e 6 finais. Esse percurso é sintetizado no Quadro 1, sendo que as letras maiúsculas foram usadas para facilitar as análises e a apresentação dos resultados, conforme sugerem Moraes e Galiazzi (2016) e Paula (2018). Nas classificações finais, esse recurso é utilizado para refletir sua constituição – que perpassa as demais categorias e expressa o *corpus* em perspectivas que caminham do particular ao geral³⁶.

³⁵ Ainda sobre o título, a teorização ao qual nos referimos emergiu das categorias – como descrevemos na seção anterior.

³⁶ Observamos, por exemplo, que a categoria final **Experiências formativas**, composta por C, D, E, F, H, I, N e P, é formada pelas classificações iniciais **Desvelamento, Criticidade, Reflexão, Formação docente, Formação, Aprendizagem, Experiência formativa e Dificuldade**. Outras, por sua vez, mantiveram a mesma configuração – como é o caso de **Percepção prévia**.

Quadro 1 – Categorias manifestas nas autoavaliações de Química Verde.

CATEGORIZAÇÃO		
Inicial	Intermediária	Final
Percepção prévia (A)	A	Percepção prévia Racionalidade instrumental Fetichismo digital Cultura digital Fundamentos teóricos e metodológicos (B + G + M + K + L + Q) Experiências formativas (C + D + E + F + H + I + N + P)
Metodologia (B)	B + G + M	
Desvelamento (C)	C + D + E	
Criticidade (D)		
Reflexão (E)		
Formação docente (F)	F + H + I + N	
Conteúdo (G)		
Formação (H)	J	
Aprendizagem (I)		
Racionalidade instrumental (J)	K + L	
Pensamento holístico (K)	O	
Contextualização (L)		
Relação teoria e prática (M)		
Experiências formativas (N)	P	
Fetichismo digital (O)	Q	
Dificuldade (P)	R	
Colaboração (Q)		
Cultura digital (R)		

Fonte: elaborado pela autora.

Com base na **PERCEPÇÃO PRÉVIA** dos licenciandos e licenciandas, podemos afirmar que a disciplina superou as expectativas tanto entre os que possuíam alguma “compreensão” inicial, como também entre aqueles e aquelas que afirmaram não saber o que esperar ou nunca ter ouvido sobre o assunto – representados pela maioria.

O senso comum acerca do que poderia ser abordado fundamentou-se na interpretação do nome³⁷ ou da ementa, sendo que apenas um estudante escreveu ter tido contato com o tema durante *Experimentação na Educação Química*³⁸ – cursada anteriormente. Isso concorda com os estudos de Borreda e Peña (2016), onde observam que a área de Educação em Ciências (incluindo as práticas desenvolvidas no âmbito CTSA) necessita de elaborações que contemplem essa filosofia nas pesquisas, currículos e práxis pedagógica.

As autoras investigaram o papel da Química Verde na educação científica, analisando referências em livros didáticos da Espanha e em revistas internacionais (no período de 2005 a 2014), além do entendimento de professores e professoras (em exercício e em formação) acerca da temática. O estudo demonstrou que apenas quatro capítulos (dentre 226 observados nos livros) mencionavam a Química Verde, sendo um deles de forma implícita e, nos outros três, abordando superficialmente seus conceitos. De forma semelhante, somente 0,21% dos

³⁷ No primeiro encontro, ao serem indagados pela professora sobre o que seria Química Verde, a resposta majoritária foi: “uma forma mais limpa de pensar a Química” (ANOTAÇÕES DA AUTORA).

³⁸ *Experimentação na Educação Química* é ofertada no 7º período (um semestre após *Introdução à Química Verde*). No entanto, há a possibilidade de cursá-la em outro momento devido a não existência de pré-requisitos (UFSCAR, 2016).

artigos na área de Didática das Ciências (de um total de 2914 trabalhos) faziam essa referência. A entrevista com os docentes em formação também revelou que apenas 14% tinham conhecimento sobre seus princípios – embora de forma vaga –, obtidos pelos meios de comunicação ou na universidade. Entre os educadores e educadoras, a maioria relatou saber sobre o assunto, mas as explicações baseavam-se na etimologia da expressão e se assemelhavam às respostas dos docentes que não conheciam o tema – e também tentavam interpretá-lo recorrendo ao significado etimológico (BORREDA; PEÑA, 2016).

Apesar de verificarmos em nossa pesquisa o diálogo e a interdisciplinaridade entre os conteúdos de *Experimentação na Educação Química e Introdução à Química Verde*, não podemos afirmar que essa correspondência se materialize entre as demais disciplinas do curso, visto que ambas são ministradas, majoritariamente, pela mesma docente. Aliás, as ideias expressas pelo restante da turma³⁹ nos permitem conjecturar que isso não ocorra. Durante uma das aulas, por exemplo, o Estudante A questionou a maneira como as atividades laboratoriais são conduzidas: “A gente se preocupa com a prática dar certo e fazer o relatório depois. Nunca nos preocupamos em tratar os resíduos. Desde as primeiras práticas nos laboratórios” (ANOTAÇÕES DA AUTORA, grifo nosso).

Considerando que a Química é uma ciência experimental e parte da formação de seus profissionais ocorre em laboratórios, destacamos ser fundamental construirmos referências sustentáveis e contextualizadas com a realidade, utilizando reagentes e processos mais benignos e reflexões que propiciem problematizar as controvérsias, em detrimento de experimentos conduzidos como “receitas de bolo” e que pouco (ou nada) contribuem para a emancipação dos sujeitos (ZUIN; GOMES, 2020). Ressaltamos ainda que a inserção de conteúdos que “amenizem” os efeitos do que é produzido também limitam as potencialidades das práticas. Pensarmos o tratamento e o que já está posto não se mostra coerente quando alternativas que analisem o desenho, o desenvolvimento e o produto podem (e devem) ser elaboradas; trata-se de formarmos pessoas preocupadas com o processo (presente e futuro).

De encontro a tais perspectivas, Zuin e Pacca (2013) analisam como a dimensão ambiental se insere no currículo da Licenciatura em Química de uma universidade pública brasileira, bem como se articula com temáticas científicas, tecnológicas, econômicas e sociais. As investigações demonstram que a dimensão ambiental no currículo proposto e também no praticado é concebida como razão instrumental e delimita as discussões aos espaços formativos conduzidos pela Química Ambiental e Química Verde. Em contrapartida, as

³⁹ As compreensões puderam ser observadas no *corpus* de análise e também nos diálogos durante os momentos formativos.

carências formativas e a necessidade de reformulações são percebidas, mas dizem respeito ao acréscimo de conteúdos químicos teóricos (ZUIN; PACCA, 2013).

Verificamos que a **PERCEPÇÃO PRÉVIA** também decorreu – embora em menor parte – do cronograma entregue pela professora na primeira aula, contendo a breve descrição das atividades que seriam trabalhadas ao longo do semestre. Sobre isso, uma das discentes afirmou na autoavaliação: “Para ser sincera, posso dizer que superou minhas expectativas. Esperava algo mais monótono com os textos” (ESTUDANTE B).

Antes de dialogarmos sobre a dinâmica dos textos, é conveniente expressarmos nossas descrições e interpretações acerca da categoria **RACIONALIDADE INSTRUMENTAL**, especialmente porque decorre desse sumário apresentado no início da disciplina. Observamos um entendimento linear, inflexível e conteudista acerca das práticas pedagógicas, representado nas autoavaliações por frases: “A disciplina abordou todos os conteúdos previstos e cumpriu o cronograma” (ESTUDANTE G, grifo nosso); “A disciplina abordou todos os conteúdos previstos” (ESTUDANTE K, grifo nosso).

Ainda que os Estudantes G e K queiram expressar a coerência do planejamento e organização – fundamentais para a elaboração e desenvolvimento das práticas educativas, compreendemos que eles atribuem uma ideia mecânica e instrumental às atividades – principalmente devido à palavra *cumpriu*. Não há preocupação com o processo, mas uma adaptação e conformismo ao que está posto. O entendimento refletido nessas proposições é o de que o cronograma é decidido de antemão ao início das aulas⁴⁰ e permanece fechado, direcionando a racionalidade envolvida nessa organização prévia a esquemas e repetições vazios e, por conseguinte, dificultando os potenciais emancipatórios pela superficialidade do pensamento.

Baseado em nossas interpretações de Adorno (2010), trata-se de uma racionalidade irracional que oportuniza, ela própria, os mecanismos para a semiformação docente e à exclusão do processo de ensino e aprendizagem, uma vez que os estudantes representam um *ser e estar* genérico que apenas segue as diretivas impostas na disciplina. Essa percepção também pode corroborar com a fala do Estudante A – mencionada anteriormente –, onde revela a preocupação em executar as tarefas do roteiro laboratorial para que o produto final (independente e já esperado) seja alcançado.

Ainda sobre a **RACIONALIDADE INSTRUMENTAL**, também nos chamou atenção a percepção manifesta acerca dos textos utilizados na disciplina, sobretudo porque

⁴⁰ Obviamente concordamos com esse preparo anterior ao início das aulas. O que questionamos é a compreensão – por parte dos estudantes – que perpassa essa colocação introdutória.

implica, em nosso entendimento, numa relação com outras categorias: **FETICHISMO DIGITAL** e **CULTURA DIGITAL**.

Observamos incômodo devido à extensão das leituras, o que – na opinião dos estudantes – dificultava o acompanhamento e a execução das atividades propostas. Interessante refletirmos que esse desconforto não foi relatado nas demais tarefas, mesmo naquelas em que era exigido maior tempo e dedicação, como no estudo de caso ou vídeo.⁴¹ Nosso ponto é que outras demandas com igual ou maior empenho não implicaram em reclamações.

Em complemento, as ferramentas pedagógicas tiveram aproveitamentos diferentes, pois os licenciandos e licenciandas afirmaram maior comprometimento nos estudos de caso e elaboração dos vídeos e pouca dedicação nos textos. Considerando que ler exige maior pausa e atenção, conjecturamos que isso possa ser reflexo do que TÜRCKE (2010) descreve como distração concentrada. Direcionar a consciência por algumas horas (ou minutos) na leitura torna-se cada vez mais difícil diante dos vários estímulos audiovisuais.

TÜRCKE (2010; 2016) discorre que tais choques causam fascinação estética e poder fisiológico nas pessoas, pois à medida que os olhos são atraídos por qualquer alteração luminosa, afastar-se desses impulsos em um contexto de “regime global de atenção” (TÜRCKE, 2016, p. 33) somente é conseguido com grande esforço; “ninguém tem mais concentração para estudar um texto da primeira à última página linha por linha” (TÜRCKE, 2016, p. 34).

O autor elabora a discussão partindo do fascínio às telas inaugurado pelo cinema, onde toda a magia não era apenas pelas fantasias do filme ou da técnica que despontava à época, mas também da frequência com que ocorriam e permitiam, por conseguinte, que a imaginação do público pudesse ser “levada” às salas e ampliada com o que era assistido, como uma “propriedade mental segura” (TÜRCKE, 2016, p. 30). No entanto, quando o destaque se transforma em lugar comum e o filme se torna parte do cotidiano, a captação dos choques diminui o seu efeito sem que permita o envolvimento do espectador e espectadora, de maneira que “seu olhe para cá exalta a cena seguinte como um vendedor com sua mercadoria” (TÜRCKE, 2016, p. 33).

Sobre isso, também verificamos nas análises a necessidade do digital, categorizada por **FETICHISMO DIGITAL**. Uma das autoavaliações possuía o comentário: “Os textos

⁴¹ Os estudos de caso levaram aproximadamente um mês para serem finalizados. Embora as tarefas estivessem diluídas no decorrer desse período – o que não ocorria com os textos, por exemplo –, podemos considerar que as etapas representavam certo esforço. Em relação aos vídeos, a maioria relatou que também teve que aprender a utilizar as ferramentas de gravação e edição.

poderiam ser entregues digitados” (ESTUDANTE K), como se a tela demarcasse, inconscientemente, o *ser* e *estar* no mundo. Tal percepção concorda com observações durante a apresentação de um seminário sem recursos digitais, onde as estudantes afirmaram certo “medo” pela não utilização das ferramentas – alegando que isso poderia ocasionar uma exibição cansativa e desinteressante. A Licencianda F comentou ao final do trabalho: “Eu achei que ia ser chato a apresentação por não ter nenhum recurso visual, mas não foi” (ANOTAÇÕES DA AUTORA).

De acordo com Grespan (2021, p. 45), “‘Fetichismo’ vem de ‘feitiço’ e designa algo enfeitado, algo inanimado que se move como se estivesse vivo e ao qual se atribui um poder misterioso”. A compreensão, fundamentada em Marx (2011), descreve o processo de mistificação social que propicia a inversão do sujeito com o objeto, deslocando as qualidades humanas para as coisas e condicionando comportamentos, percepções e as relações de poder (MARX, 2011). Estendendo o diálogo para o nosso contexto, podemos presumir que a presença dos aparatos digitais na vida das pessoas é historicamente determinada como suas próprias subjetividades. O celular, por exemplo, não é somente um telefone móvel, mas traz consigo a identidade daquele ou daquela que o carrega. Essa dependência se materializa com contornos indiscerníveis, de maneira que não é mais possível reconhecermos quem se “apropria” e quem é “apropriado”.

Ainda sobre os textos, observamos na categoria **CULTURA DIGITAL** justificativas afirmando não os ter lido pela falta de tempo e/ou organização, o que reflete, em nosso entendimento, como uma das características socioculturais do tempo presente. A ruptura e flexibilidade espaçotemporal propicia que os sujeitos vivam no ritmo das máquinas e transforme a noção existente entre trabalho e tempo livre em uma fronteira tênue (TÜRCKE, 2010; 2016).

No que se refere à categorização **FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS**, observamos que as metodologias possibilitaram a construção dialógica e colaborativa dos conhecimentos. As atividades desenvolvidas durante as aulas, incluindo a dinâmica de elaboração e apresentação das sínteses, proporcionaram a participação de estudantes mais tímidos e, conseqüentemente, o compartilhamento de diferentes ideias. Os licenciandos e licenciandas discorrem que os métodos foram importantes e adequados com as demandas educacionais e as controvérsias, não sendo pautados em aulas expositivas, abordagens e avaliações tradicionais. A participação dos PESCD (Programa de Estágio Supervisionado de Capacitação Docente) e monitores também contribuíram com essa diversidade, pois puderam compartilhar suas formações e experiências com a turma.

Os conteúdos pontuados pelos discentes foram: a Química Verde, seus princípios e desenvolvimento histórico e social, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, sustentabilidade, obsolescência programada e formação de professores e professoras. Analisamos discursos sobre a busca de informações além do que estava sendo abordado na disciplina, assim como autocríticas afirmando que a procura e o compartilhamento de materiais adicionais poderia ter sido feito e contribuído para o aprimoramento da formação.

De acordo com a percepção dos estudantes, as temáticas trabalhadas extrapolaram a sala de aula e preocuparam-se na contextualização de problemas sociocientíficos reais, principalmente relacionando os conhecimentos químicos à sustentabilidade e sua importância social. Isso oportunizou que a Química Verde e os ODS (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável) fossem pensados e aplicados dentro da nossa realidade, integrando o ambiente ao desenvolvimento científico, tecnológico e social. Em algumas autoavaliações houve a sugestão de que exemplos de práticas industriais também fossem abordados durante as aulas.

Tendo em vista que a categoria **FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS** representa nossas descrições e interpretações sobre as perspectivas epistemológicas, em **EXPERIÊNCIAS FORMATIVAS** reunimos os sentidos manifestos a partir das experiências oportunizadas, considerando-as, também, como um processo de autoreflexão e rememoração do sujeito (MAAR, 1995).

Dessa forma, as **EXPERIÊNCIAS FORMATIVAS** proporcionaram o olhar crítico sobre os processos de ensino e aprendizagem, abordando além da importância desses conteúdos na educação e na transformação dos sujeitos e realidades, maneiras de trabalhá-los na Educação Básica. Um dos estudantes, por exemplo, afirmou ter aplicado os conhecimentos em atividades do PIBID (Programa de Iniciação à Docência).

Na opinião dos estudantes, essa formação é coerente com a profissionalização docente por possibilitar a valorização e a oportunidade de refletir sobre a atuação futura. Durante o acompanhamento das aulas, observamos que a preocupação metodológica em uma sala de Licenciatura reverbera na autoconfiança profissional, conforme afirma o Estudante C: “A gente se sente desqualificado no momento que entramos aqui e o professor não se preocupa com a maneira como o conteúdo é abordado” (ANOTAÇÕES DA AUTORA).

Além dessa formação pedagógica, os discentes afirmaram o desenvolvimento das habilidades de escrita, oratória, argumentação, postura em apresentações orais e buscas bibliográficas em fontes confiáveis, concordando com as demandas contemporâneas que necessitam, sobretudo, que os sujeitos saibam expressar-se de diferentes maneiras e também selecionar informações pertinentes.

Outra potencialidade destacada foi a responsabilidade social e ambiental, onde atitudes, valores e diferentes visões puderam ser problematizadas partindo de uma educação científica coerente com a perspectiva CTSA.

Os PESCD e monitores foram considerados ferramentas para a aprendizagem e um elo entre a professora e os estudantes, de forma que suas sugestões enriqueceram os trabalhos e atividades apresentadas, bem como as práticas pedagógicas. As autocríticas em relação ao comprometimento foram bastante variadas, ressaltando em alguns casos o esforço e envolvimento em todas as atividades e, em contrapartida, relatos sobre o pouco compromisso com a aprendizagem e o declínio no aproveitamento após a primeira prova, o que pode ter ocorrido – em nossa interpretação – devido à exigência de outras disciplinas cursadas durante o semestre. Um dos estudantes afirmou: “Acho que tive pouco compromisso com minha aprendizagem. Foquei em outras matérias (no quesito avaliação escrita)” (ESTUDANTE D).

Interessante refletirmos a disposição da matriz curricular do curso, verificando a composição das disciplinas no mesmo semestre e também a possibilidade de espaços livres, principalmente devido à existência de pessoas que trabalham durante o dia. (Re) pensar a acomodação desse currículo também pode oportunizar que alguns conteúdos sejam abordados desde o início da graduação. Sobre isso, em um dos momentos formativos a Estudante D indaga: “Não seria interessante essa disciplina no início do curso? Mudar o que já construiu é difícil” (ANOTAÇÕES DA AUTORA).

Essa reflexão também corrobora com as análises discutidas anteriormente sobre a **RACIONALIDADE INSTRUMENTAL**. Planejar a matriz (incluindo e ouvindo os discentes) de forma que ela oportunize – desde o início – novos e diferentes olhares significa maiores chances para que as visões socialmente impostas sejam desconstruídas.

Em relação às dificuldades enfrentadas, os estudantes discorreram sobre a compreensão de um dos textos trabalhados (em espanhol) e desafios relacionados à vida pessoal, que interferiram no aproveitamento e aprendizado no decorrer do semestre. Nossas interpretações sugerem que o estranhamento com o idioma pode ter ocorrido por não ser uma prática comum – talvez tenha sido a primeira vez que se depararam com a leitura nessa linguagem; o que poderia ser contornado com o maior incentivo em outros momentos formativos durante a graduação, seja em disciplinas que estimulem a aprendizagem do inglês e espanhol por meio da leitura e escrita, palestras sobre a importância dessas habilidades para o desenvolvimento pessoal e profissional ou maior divulgação de iniciativas que ocorrem na UFSCar.

5.2 OS ESTUDOS DE CASO

5.2.1 Primeiro movimento: a descrição

Para compreender os aspectos gerais dos estudos de caso, realizamos a descrição de suas principais características antes de unitarizá-los (Quadro 2), bem como a narrativa das estórias que fundamentaram os trabalhos e as possíveis resoluções sugeridas pelos licenciandos e licenciandas.

Quadro 2 – Características dos estudos de caso.

Estudo de caso	Problemática	Temas abordados	Aplicação
Pesadelo no aterro	Relação de doenças com a disposição inadequada dos resíduos	- Lençóis freáticos - Tratamento de resíduos - Reciclagem - Aterro sanitário - Contaminação do solo e dos lençóis freáticos - Giardíase	5ª e 7ª série Ensino Fundamental ou Ensino Médio
O mal que está enraizado no seu prato	Malefícios causados pela exposição aos agrotóxicos	- Funções orgânicas - Agrotóxicos - Problemas sociais e ambientais causados pelo uso de agrotóxicos	3ª série Ensino Médio
Futuro inerte	Sedentarismo associado ao uso de tecnologias	- Sedentarismo - Doenças causadas pelo sedentarismo - Consumo exagerado de tecnologias (geração de resíduos; obsolescência programada)	Ensino Médio
As pequenas operárias	Relação entre o desaparecimento de abelhas e os agrotóxicos	- Importância das abelhas no ecossistema - Desequilíbrio ecológico provocado pela extinção das abelhas - Problemas ambientais causados pelo uso de agrotóxicos	6ª e 7ª séries Ensino Fundamental
Férias oleosas	Impactos socioambientais do vazamento de petróleo no mar	- Produção e usos do petróleo - Química Orgânica - Problemas socioambientais causados pelo vazamento de petróleo no mar - Histórico de vazamentos de petróleo e suas consequências	3ª série Ensino Médio
Reutilizar para não faltar	Reuso da água	- Separação de misturas - Tratamento da água - Desperdício da água - Formas de reuso da água doméstica	Não informado

Fonte: elaborado pela autora.

Pesadelo no aterro narra a estória do senhor Jurandy, morador de um bairro periférico em São Carlos, interior de São Paulo. Dias após um almoço, onde a família reclama sobre indisposições e diarreia, ele faz exames de rotina e se surpreende ao saber que as alterações observadas podem estar relacionadas à proximidade de sua casa com o aterro sanitário. Dessa forma, ele questiona essa correlação e possíveis soluções em curto, médio e em longo prazo.

Além disso, Jurandy é descrito pelos discentes como sendo um homem pouco informado e que acredita com convicção no que é divulgado pela televisão. Segundo os estudantes, o caso é relevante ao alertar sobre a Giardíase – uma doença desconhecida pela maioria da população – e pode ser trabalhado de maneira interdisciplinar em Química e Biologia. Como possíveis soluções, os estudantes sugerem maior atenção à origem da água consumida e à lavagem dos alimentos (curto prazo), bem como o acompanhamento das atividades no aterro sanitário (médio prazo) e a sua regularização por meio da impermeabilização correta do solo (longo prazo).

O mal que está enraizado no seu prato aborda a estória de um trabalhador de uma fazenda de soja. A família toda reside na propriedade e sofre constantemente com enjoos e dores de cabeça sem explicações, até que a filha mais nova é diagnosticada com leucemia. Dra. Jussara, oncologista e professora da Universidade Federal de Mato Grosso, assume o caso pela possível proximidade com suas pesquisas e também demais pacientes atendidos. Após a consulta e alguns esclarecimentos sobre a rotina familiar (inclusive a aplicação de agrotóxicos nas lavouras sem o uso de equipamentos de proteção – que é feito pelo pai), a médica revela que o tratamento tem grandes chances de sucesso devido ao diagnóstico precoce.

As licenciandas propõem que sejam elaboradas soluções para diminuir ou erradicar situações como essa, sugerindo também que o conteúdo seja trabalhado no início de funções orgânicas. As resoluções recomendadas são a conscientização para práticas mais seguras e benígnas, o uso de técnicas agrícolas e a manutenção e/ou plantio de matas ciliares para reduzir os riscos do transporte desses compostos a outros locais, além do investimento em pesquisas que analisem os impactos e riscos dessas substâncias.

Futuro inerte narra a estória de Martin, um jovem que adora maratona séries, jogar *videogame*, perde horas em redes sociais e não pratica atividades físicas. Certa noite, ele se depara com uma cientista vinda do futuro em uma máquina do tempo, que lhe conta como é a vida no ano 3000. De acordo com o relato, a sociedade está cercada de tecnologias e todas as coisas são movidas apenas por comando de voz, não exigindo esforços físicos e causando problemas de saúde devido ao sedentarismo. Martin reflete e percebe que o comportamento das pessoas atualmente não é diferente das que vivem no futuro, devendo pensar em hábitos mais saudáveis.

De acordo com as discentes, o caso pode ser trabalhado interdisciplinarmente entre as disciplinas de Sociologia, Química, Biologia e Educação Física. As resoluções propostas são hábitos mais saudáveis, a diminuição da dependência tecnológica por meio de pequenas ações

cotidianas, o uso da tecnologia para comportamentos saudáveis e a realização de atividades físicas regularmente.

A estória de Julia é narrada no estudo de caso **As pequenas operárias**. Ela é professora de Ciências no interior do Rio Grande do Sul e todas as manhãs gosta de contemplar o pomar em seu quintal, principalmente o trabalho das abelhas. Certo dia, Julia observou a pulverização de uma fumaça branca nos arredores de seu pomar e, com o passar do tempo, também notou a ausência das abelhas. Após ler uma matéria no jornal que informava sobre a diminuição desses insetos devido aos agrotóxicos, ela decide escrever um e-mail ao Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a fim de que possam ajudá-la a prevenir esse desaparecimento.

Os estudantes afirmam que o caso oportuniza o aprofundamento em áreas da Química e da Biologia, como o uso de substâncias tóxicas e a ecologia. As soluções sugeridas foram a redução no uso de agrotóxicos e a preferência aos produtos orgânicos⁴², assim como diversificar as plantas no jardim e também deixar um recipiente com água disponível para que as abelhas possam beber. Ademais, o licenciando e licencianda propõem ações que diminuem os efeitos do aquecimento global (menor produção de lixo, utilização de transporte público, consumo de produtos locais e diminuição no uso do ar condicionado), pontuando que o aumento da temperatura média do planeta contribui para a morte desses insetos.

Férias oleosas é a estória de uma estudante de Química da UFSCar chamada Lorena. A jovem faz iniciação científica em Química Verde e viaja à Pernambuco com a família para aproveitar suas férias. Pouco a pouco observa o caos tomar conta do local devido a manchas de óleo aparecendo na praia. Inicialmente apenas em alguns lugares da costa, elas rapidamente invadem diversas áreas e prejudicam a vida das pessoas, principalmente os moradores e moradoras que dependem da pesca e do turismo. Após retornar a São Carlos e indignada com a situação, Lorena compartilha suas experiências com seu grupo de pesquisa, que faz parceria com uma professora na Universidade Federal da Bahia em busca de alternativas.

No decorrer da narrativa, as licenciandas também destacam que o desastre é pouco noticiado pela mídia, causando grande incômodo à personagem – que percebe que as pessoas em São Carlos desconhecem a real situação. As resoluções sugeridas consideram a extensão já afetada (2 mil quilômetros) e os recursos financeiros, podendo ser utilizadas barreiras e *skimmers* para contenção, o uso de biorremediação ou de um sabão magnético (adicionado

⁴² Os estudantes escreveram *produtos biológicos*, mas interpretamos *produtos orgânicos* considerando o contexto da explicação.

junto ao óleo para a constituição de micelas e posterior interação com imã para removê-lo), bem como a queima do petróleo.

Finalmente, **Reutilizar para não faltar** conta a estória da dona de casa Josefa. Enquanto lavava a calçada, Josefa é alertada por uma vizinha sobre multas distribuídas pelo uso inadequado da água, além do racionamento que deve ocorrer em sistema de rodízio entre 17h e 6h para toda a cidade. A vizinha também informa que a prefeitura está buscando alternativas para o reuso – o que deixa Josefa bastante interessada. Dessa forma, ela procura as instituições municipais solicitando maiores esclarecimentos para a divulgação dessas medidas. Como sugestões ao caso, as licenciandas propõem formas de reaproveitamento da água nas atividades diárias, a saber: durante o banho, na lavagem de roupas e com a água da chuva.

Após a breve descrição acerca dos seis estudos de caso, continuemos apresentando as categorias que emergiram da desmontagem do *corpus*, considerando os itens 5 e 7 (Anexo A).

5.2.2 Segundo movimento: a categorização

De maneira semelhante às análises realizadas nas autoavaliações, procedemos com a unitarização e a categorização dos estudos de caso, obtendo 17 categorias iniciais, cinco intermediárias e duas finais.

Quadro 3 – Categorias manifestas nos estudos de caso.⁴³

CATEGORIZAÇÃO			
Inicial	Intermediária	Final	
Resolução de problema (A)	A + B + D + H	Fundamentos teóricos e metodológicos (E + G + I + J + N + O + Q + L + M + P)	
Alfabetização científica (B)			
Pensamento crítico (C)	C + F + K		
Aprendizagem (D)			
Conteúdo (E)	E + G + I + J + N + O + Q		
Conscientização (F)			
Trabalho em grupo (G)			
Experiências formativas (H)			
Relação teoria e prática (I)	L + M		Experiências formativas (A + B + D + H + C + F + K)
Professor/a mediador/a (J)			
Reflexão (K)	P		
Pensamento holístico (L)			
Contextualização (M)			
Metodologia (N)			
Autonomia (O)			
Fetichismo tecnológico (P)			
Participação social (Q)			

Fonte: elaborado pela autora.

Considerando a mesma perspectiva utilizada na classificação final das autoavaliações, a categoria **FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS** compreende a forma como as práticas pedagógicas se materializaram, quais conteúdos e de que maneira eles foram abordados. Em **EXPERIÊNCIAS FORMATIVAS**, por sua vez, apresentamos os sentidos manifestos em termos das experiências que poderiam ser oportunizadas, na opinião dos licenciandos e licenciandas, a partir dessas práticas.

Nesse sentido, observamos que as aulas iniciavam com a introdução sobre estudos de caso, o propósito das atividades e como elas seriam trabalhadas, demonstrando preocupação em informar aos estudantes da Educação Básica quais eram os objetivos da aprendizagem. Além disso, os conteúdos necessários para a resolução dos casos também eram pontuados, bem como a apresentação e diálogo sobre a estória.

Interessante mencionarmos a dificuldade em relacionar a Química com os temas, pois apenas três grupos apresentaram conceitos químicos na proposta⁴⁴. Na estória **O mal que está enraizado no seu prato** as licenciandas abordaram funções orgânicas, incluindo em uma das atividades a escolha de um agrotóxico para identificar as cadeias carbônicas e grupos

⁴³ O nome de algumas categorias é igual às das autoavaliações, o que não significa que elas tenham os mesmos elementos. Nossa escolha denota certa familiaridade, mas especificidades que resultam em interpretações diferentes, destacando que isso também ocorreu com a categorização que emergiu dos materiais de *Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química*.

⁴⁴ No caso **As pequenas operárias** os discentes pontuam que os conhecimentos químicos poderiam ser aprofundados por meio da discussão acerca da toxicidade dos agrotóxicos. No entanto, não o contabilizamos por ser uma abordagem bastante vaga, enquanto que nos demais (**Futuro inerte** e **Pesadelo no aterro**) não houve referências.

funcionais presentes na molécula, realizando também a leitura e discussão de um artigo intitulado *A química dos agrotóxicos*. **Férias oleosas** correlaciona a Química Orgânica com os problemas socioambientais ocasionados pela contaminação do petróleo, propondo o experimento da síntese de magnetita; enquanto que na estória **Reutilizar para não faltar** é sugerido que o conteúdo de separação de misturas seja trabalhado com as temáticas água e ambiente, mas sem explicações sobre como isso pode ser feito.

Em nossa percepção, a Química é apresentada em segundo plano até entre os trabalhos que abordam seus conhecimentos. Compreendemos que são temas amplos e que oferecem múltiplas possibilidades, mas o que nos preocupa é que as atividades se destinam à Educação Básica e são previstas no componente curricular Química. Haveria coerência se as propostas fossem direcionadas a outros contextos (projetos no contraturno, por exemplo), mas delimitar as aulas dentro do período letivo como sendo o foco das atividades pressupõe-se especificidades coerentes com tal escolha.

A dificuldade corrobora com nossas análises e interpretações das autoavaliações e também dos momentos formativos, onde os estudantes questionam a forma como os conteúdos são trabalhados durante o curso. Em uma das aulas observamos a afirmação: “as disciplinas são apenas a Química, e isso sempre me incomodou” (ANOTAÇÕES DA AUTORA).

Essa racionalidade instrumental pode refletir na atuação docente, sobretudo porque os conhecimentos químicos são apreendidos ao longo da graduação em locais e tempos indefinidos, oportunizando que sejam pensados e desenvolvidos dentro das práticas pedagógicas de maneira semelhante.

Ainda sobre o conteúdo dos estudos de caso, os discentes destacaram a contextualização dos temas trabalhados, partindo de uma perspectiva histórica e social, bem como refletindo sobre as implicações na atualidade. A perspectiva CTSA também pôde ser verificada nos escritos, relacionando os conhecimentos com a política, a economia, a sociedade e o ambiente, além de questões éticas e valorativas. Em **Futuro inerte** as discentes correlacionaram as tecnologias com o sedentarismo, bem como problemas de saúde e os impactos ambientais do consumo exacerbado dos aparatos tecnológicos. No caso **As pequenas operárias**, o desaparecimento das abelhas foi associado às mudanças climáticas em uma das resoluções sugeridas pelos estudantes.

Importa destacarmos que o planejamento das atividades em uma perspectiva sistêmica ocorreu em todos os trabalhos, o que não houve quando refletimos acerca da inserção dos conhecimentos químicos. Observamos que o problema não foi identificar uma problemática e

dela extrair aspectos científicos e socioambientais, mas como incorporá-la ao currículo a partir de conteúdos e demandas específicas.

Não defendemos que a abordagem CTSA reproduza definições prévias do que precisa ser trabalhado e cristalice as ementas e os programas – haja vista a perda de seu potencial emancipatório. Trata-se de questionarmos contrariedades observadas nas análises e de que forma elas se fundamentam e também refletem uma racionalidade instrumental, oportunizando (especificamente acerca dos conhecimentos químicos) uma práxis que não dialoga com a sala de aula.

Verificamos nos trabalhos a relação teoria e prática com propostas que complementavam as discussões teóricas e ocorriam, majoritariamente, em atividades fora do ambiente escolar. No caso **Pesadelo no aterro**, por exemplo, as licenciandas sugerem a visita guiada ao quintal agroecológico do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC/USP), seguido da visita à cooperativa de reciclagem e ao aterro sanitário – todos localizados na cidade de São Carlos (SP) – a fim de que fossem trabalhados os temas anteriormente previstos no desenvolvimento da aula e outros que poderiam complementar a abordagem. **Reutilizar para não faltar** também apresentou proposta semelhante ao sugerir a visita na estação de tratamento de água.

Outro fator que merece destaque na categoria **FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS** é a autonomia oportunizada aos estudantes da Educação Básica e a maneira como ela foi sendo construída durante as atividades, principalmente devido às resoluções das situações-problema. A introdução sobre os estudos de caso, seus objetivos e estrutura, expressa – em nosso entendimento – a preocupação sobre o papel central e ativo dos estudantes, visto que oportuniza a consciência do que está sendo feito e o porquê está sendo feito dessa forma.

Em convergência, o professor ou professora atua como mediador das atividades – que perpassa a seleção do conteúdo, o suporte para a discussão da temática e a exposição das ideias e, caso necessário, a complementação para o encaminhamento das resoluções. Na estória **Reutilizar para não faltar**, as licenciandas propõem a formação de grupos para a pesquisa e posterior apresentação sobre o reaproveitamento da água doméstica, de forma que o docente mediará as possíveis alternativas para evitar repetições entre as equipes.

As soluções sugeridas foram importantes para o trabalho em grupo e o incentivo e respeito à coletividade, onde todos e todas possuem (igualmente) voz e lugar de fala. **Em férias oleosas**, as estudantes planejaram a simulação de um debate envolvendo personagens fictícios (representante de uma petrolífera, um químico, um governante, um pescador e um

ambientalista), a fim de dialogarem sobre as manchas de óleo no litoral do nordeste. Na estória **Reutilizar para não faltar** verificamos a participação social nas decisões públicas, seja para a implementação de políticas ou para o seu aprimoramento, considerando as reais necessidades da população.

As colaborações entre diferentes instâncias fundamentam-se na visão de que as controvérsias envolvem incertezas e aspectos subjetivos que não serão resolvidos apenas pelos conhecimentos científicos, de forma que a ciência também se constitui e é constituída a partir de determinações históricas e sociais. A atividade proposta em **Férias oleosas** poderia oportunizar o diálogo plural e democrático entre e dentro de diferentes epistemologias, ampliando as elaborações CTSA para além de referências hegemônicas.

De acordo com Lee (2018), tais desenvolvimentos ocorrem com pouca frequência ou não apresentam detalhes suficientes que propiciem sua efetivação em sala de aula, o que nos permitiria afirmar, segundo o autor e também de acordo com nossa pesquisa bibliográfica, que as estratégias CTS/CTSA não concentram esforços no reconhecimento e contribuição que os contextos não dominantes possuem.

Novamente sobre a categoria **FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS**, os trabalhos coletivos para a resolução das situações-problema incluíam as pesquisas, o desenvolvimento e a apresentação das propostas, bem como outros momentos formativos. Em **O mal que está enraizado no seu prato**, as licenciandas sugerem que a escolha do agrotóxico e a caracterização de sua molécula ocorram em pequenos grupos.

No que se refere à metodologia utilizada durante as aulas, observamos diferentes abordagens, como textos e artigos científicos para a discussão dos conteúdos, vídeos e documentários, diálogos, *brainstorming* e questionário inicial para identificar os conhecimentos prévios. Em **Futuro inerte**, as estudantes propõem o documentário *Vida e Movimento* e uma dinâmica de dança usando vídeos no *YouTube*; enquanto que em **Férias oleosas** verificamos a proposição de uma linha do tempo sobre vazamento de petróleo no Brasil. Aulas teóricas também foram delineadas, como no caso **Reutilizar para não faltar**, onde foi sugerido a abordagem sobre separação de misturas, água e ambiente, bem como a apresentação de notícias veiculadas pela mídia acerca do racionamento da água.

De forma semelhante às análises empreendidas nas autoavaliações, também verificamos o fetichismo tecnológico durante o desenvolvimento dos trabalhos, sobretudo (e contraditoriamente) no caso **Futuro inerte**. Ainda que as licenciandas apresentaram uma percepção crítica acerca dos aparatos tecnológicos, importa mencionarmos que isso pode ter sido construído no decorrer do processo. Os encontros preliminares que tivemos com a dupla

para orientação revelaram (e complementaram a categorização) uma percepção ingênua e imediatista, uma vez que as resoluções sugeridas estavam concentradas no uso de mais recursos, como por exemplo, aplicativos que lembrem o usuário e usuária sobre beber água ou quantos passos foram caminhados (ANOTAÇÕES DA AUTORA).

Observamos que ao longo do trabalho essa visão tornou-se mais reflexiva⁴⁵, mas ainda permaneceu em uma das soluções indicadas pela dupla. Em nossa interpretação, o fato de problematizarmos o uso das ferramentas tecnológicas ao mesmo tempo em que estimulamos (inconscientemente) sua utilização denota o quão imerso a ideologia está em nossas vidas e quais são seus pressupostos e desdobramentos.

Ao refletirmos sobre as propostas, haveria necessidade de inserirmos tais ferramentas entre as soluções do caso? Compreendemos que as resoluções devem perpassar amplos cenários e possibilidades. Todavia, seria mais coerente sairmos do “lugar comum”, dos esquemas prontos e imediatos para, a partir deles, desvelar as controvérsias. Fundamentando nossa interpretação nos diálogos realizados até o momento sobre as práticas CTSA e a Teoria Crítica, a coerência se mostra no incômodo e desconforto ao que está posto, oportunizando caminhos e olhares na contramão das construções do tempo presente.

Ainda sobre as observações dos momentos formativos, após a apresentação do seminário **As pequenas operárias** foram pontuadas considerações (como sempre ocorria ao final das exposições) que também convergem com o fetichismo tecnológico, mencionando a possível utilização de abelhas robóticas como uma das soluções para a extinção desses insetos. Embora não observamos concordância ou seguimento do assunto – restringindo-se à apenas um estudante –, a comparação é decerto inquietante (ANOTAÇÕES DA AUTORA).

Sobre a categoria **EXPERIÊNCIAS FORMATIVAS**, as atividades propostas pelos licenciandos e licenciandas poderiam oportunizar, de acordo com eles e elas, a aprendizagem de conteúdos referentes aos temas trabalhados (Quadro 2) e que possuem relação com as dinâmicas sociais, como as legislações e parâmetros que regulamentam o funcionamento dos aterros sanitários – proposto em **Pesadelo no aterro**. Além disso, a abordagem dos estudos de caso proporcionaria aos estudantes da Educação Básica expressar-se em público, interpretar gráficos e tabelas, argumentar em debates envolvendo diferentes percepções e a própria sociabilidade, sobretudo no que se refere ao ouvir e ter empatia.

⁴⁵ Evidentemente não isentamos nossa participação nessa (re) construção. Como afirmamos na metodologia, a escolha da versão final dos trabalhos pressupõe uma elaboração da qual também emergem nossas provocações (pesquisadora e professora) como parte das experiências formativas.

Essa escuta atenta e olhar para o outro e a outra são um dos processos nos quais fundamentamos este trabalho, especialmente porque são contrários ao atual modelo de produção e reprodução da vida em sociedade. A rapidez com que as relações sociais são estabelecidas, incluindo as práticas educativas, denota a falta de tempo e o comportamento no ritmo das máquinas. Olhar ao redor, ao contrário, exige pausa, atenção e, por conseguinte, consciência e presença no aqui e agora – hábitos pouco valorizados nesse atual contexto. Em um dos momentos formativos uma licencianda questiona: “A gente está economizando a nossa energia e gastando à dos equipamentos” (ANOTAÇÕES DA AUTORA).

Outra **EXPERIÊNCIA FORMATIVA** pontuada pelos discentes foi a resolução de problemas por meio da interpretação e da busca de soluções em diferentes materiais (artigos, textos jornalísticos, entre outros). Essa escolha crítica mostra-se importante à medida que é fundamentada nos objetivos propostos e considera a grande quantidade de conteúdos disponíveis na internet. Distinguir o que é relevante daquilo que não possui significado dentro de determinado assunto é fundamental para pensarmos a formação emancipatória no contexto da Internet das Coisas.

As resoluções também propiciariam, segundo os estudantes, o desenvolvimento do pensamento crítico, a construção de opiniões acerca da temática e o questionamento respeitoso às percepções divergentes. No trabalho **Férias oleosas**, por exemplo, as licenciandas propõem que os benefícios do petróleo sejam considerados partindo da matriz energética brasileira e do custo-benefício social, ambiental e econômico, bem como no futuro do planeta. Já em **Reutilizar para não faltar**, as opções de reuso são questionadas de acordo com sua adequação ao caso apresentado, demonstrando o entendimento de que são soluções em tempos e locais definidos e que perpassam, por conseguinte, questões subjetivas.

As temáticas trabalhadas, por sua vez, possibilitariam a conscientização acerca de problemas reais em uma perspectiva socioambiental, que incluíam a problemática do lixo, do consumo exarcebado, da importância da biodiversidade e preservação das espécies e o desperdício da água. As reflexões ocorreram em perspectivas individuais e coletivas, oportunizando a mudança de hábitos (consumo mais sustentável, por exemplo) e conclusões envolvendo o diálogo entre todos os envolvidos e envolvidas.

5.3 AS AUTOAVALIAÇÕES DE TIC

O estudo das autoavaliações da disciplina *Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química* possibilitou a emergência de 16 categorias iniciais, oito intermediárias e quatro finais, conforme observado no Quadro 4.

Quadro 4 - Categorias manifestas nas autoavaliações de TIC⁴⁶.

CATEGORIZAÇÃO		
Inicial	Intermediária	Final
Aprendizagem (A)	A + B + I + M	Percepção prévia
Formação docente (B)		
Percepção prévia (C)	C	Racionalidade instrumental
Criticidade (D)	D + L	
Racionalidade instrumental (E)		
Relação teoria e prática (F)		
Metodologia (G)	E	Experiências formativas (A + B + I + M + D + L + J + P)
Conteúdo (H)	F + G + H + K + N	
Formação (I)		
Dificuldade (J)		
Participação ativa (K)	J	Fundamentos teóricos e metodológicos (F + G + H + K + N + O)
Reflexão (L)	O	
Experiências formativas (M)		
Contextualização (N)		
Colaboração (O)	P	
Identidade docente (P)		

Fonte: elaborado pela autora.

De maneira semelhante às autoavaliações de *Introdução à Química Verde*, verificamos que os discentes possuíam **PERCEPÇÕES PRÉVIAS** sobre o que seria trabalhado durante o semestre. A maioria afirmou que as expectativas foram atendidas, principalmente no que se refere à importância e às potencialidades das TIC na sala de aula, além de afirmações que manifestaram que as ideias iniciais sobre a disciplina foram superadas. O Licenciando V escreveu em sua autoavaliação: “Minha expectativa da disciplina foi bem grande, pois é uma disciplina que está envolvida com o nosso cotidiano.” Outros relatos pontuaram curiosidade, visto que se tratava de uma nova ementa curricular e da primeira oferta no curso.

Também verificamos perspectivas relacionadas à categoria **RACIONALIDADE INSTRUMENTAL**, apresentando a visão superficial sobre as ferramentas pedagógicas digitais antes e após o percurso formativo, conforme pontuado pela Estudante K: “Esperava compreender como as TIC podem ser inseridas de forma efetiva nas aulas de química e conquistei este aprendizado” (grifo nosso).

⁴⁶ Nosso entendimento sobre as categorias finais **Experiências formativas** e **Fundamentos teóricos e metodológicos** seguiu a mesma perspectiva utilizada nas autoavaliações de *Introdução à Química Verde*.

Em nossa compreensão, a frase reflete a existência de “receitas” que podem ser deslocadas ao ambiente escolar a partir de esquemas e conteúdos fechados. Essa “efetividade” também foi expressa em outros momentos da análise e novamente destacou a eficácia atribuída ao uso das ferramentas. O Estudante P discorre: “Esperava compreender quais as melhores aplicações das TIC no cotidiano escolar” (grifo nosso).

Além da existência de esquematismos, a ideia de P representa – em nosso entendimento – uma compreensão mecânica e instrumental acerca de sua profissionalização, onde os esquematismos lhe são postos prontos. Haveria espaço nesse contexto, por exemplo, para a problematização das “piores” abordagens? Aliás, quando colocada dessa forma elas tampouco pressupõem a existência de sujeitos para reproduzi-las, uma vez que a própria adjetivação perpassa a subjetividade.

De forma contrária, observamos que as **EXPERIÊNCIAS FORMATIVAS** também propiciaram o olhar crítico sobre a inserção das TIC nas práticas educativas, analisando o planejamento e a aplicação de diferentes recursos e metodologias para motivar e auxiliar a aprendizagem. Em nossa interpretação, os sentidos manifestos são diferentes dos apresentados anteriormente, visto que a intenção dos estudantes foi refletir sobre o potencial pedagógico das ferramentas trabalhadas durante as aulas – que não correspondiam somente as “melhores” ou as que “funcionam”. Ao ser questionado sobre os objetivos da disciplina, o Licenciando R escreve: “Compreender o que são as TIC, suas formas e especificidades que devem ser usadas como aliadas para alavancar os processos de ensino/aprendizagem” (grifo nosso).

Trata-se de questionar as possibilidades a partir das características que determinam, inclusive, quais atividades são mais adequadas. Ademais, verificamos na afirmação de R que elas são consideradas ferramentas pedagógicas que colaboram com o ensinar e aprender Química, não ocupando a função fetichizada estabelecida pela relação causa e efeito com a aprendizagem.

Ainda sobre as características que delimitam o uso coerente, uma das discentes compartilhou suas experiências do Estágio Supervisionado durante um dos momentos formativos, relatando a ocorrência de imposições do núcleo pedagógico externo à escola para a abordagem das TIC nas salas de aula. Como resultado, as avaliações bimestrais estavam sendo realizadas com o acesso à prova e digitação das respostas pelo celular, presenciando-se muitos problemas e reclamações – desde a estrutura para comportar acessos simultâneos, até queixas dos adolescentes sobre a dificuldade com o tamanho das telas (ANOTAÇÕES DA AUTORA).

A narrativa proporcionou uma construção produtiva acerca das especificidades das tecnologias digitais, principalmente considerando os objetivos e a própria individualidade discente, visto que poderiam existir dificuldades visuais ou a ausência do celular (ANOTAÇÕES DA AUTORA). O acontecimento também concorda com os estudos de Porro (2017)⁴⁷, que descreve o uso das tecnologias na escola como fruto de demandas hierárquicas, sem reflexões e tampouco coerência teórica e metodológica.

Os sentidos manifestos nas autoavaliações pontuavam a conformidade das TIC com os objetivos pretendidos e suas limitações e dificuldades, além da consciência sobre como elas modificam e são modificadas pelas relações sociais, incluindo as dinâmicas escolares (instituições e pessoas) e a constituição de novas formas de ensinar e aprender. Ao considerarmos as práticas pedagógicas em tempos e contextos definidos, presumimos também a necessidade de abordagens coerentes com o paradigma tecnológico (CASTELLS, 2003), suas relações, dinâmicas e processos cognitivos a fim de que os recursos não sejam usados como objetos aleatórios e com um fim em si mesmos.

Durante a pandemia vivenciamos (e continuamos) o redimensionamento da própria sala de aula, que transcendeu os limites físicos e tornou impossível pensarmos em linhas que possam limitá-la geográfica e temporalmente. Aliás, os sentidos de distância também se redimensionaram e as novas configurações criaram ambientes de aprendizagem em espaços virtuais. São necessárias novas pedagogias coerentes com esse paradigma e, sobretudo, fundamentadas na diversidade, nas relações interpessoais e colaborativas onde o estudante ocupa a função central de sua aprendizagem.

Além da compreensão sobre as tecnologias da informação e comunicação e sua aplicação em sala de aula, a disciplina oportunizou o aprendizado sobre a pedagogia de projetos e como relacioná-lo aos aparatos digitais. Esse entendimento foi fundamentado nos textos, discussões e demais atividades, podendo-se destacar a elaboração dos projetos, plataformas *online*, *WebQuest* e vídeos. A Estudante J escreve em sua autoavaliação: “[...] com a disciplina foi possível utilizar ferramentas que provavelmente eu não teria a oportunidade de explorar”.

Para além da visualização das TIC no ambiente escolar por meio do aprofundamento teórico e prático gradual, tais desenvolvimentos também possibilitaram o reconhecimento de novos interesses, como afirma o Estudante G: “Particularmente gostei muito dos textos. Porém, ao produzir o webquest me interessei pelos jogos eletrônicos em sala de aula”.

⁴⁷ Lembrando-se que Porro (2017) e Flórez e Zuluaga (2020) foram os únicos trabalhos em nosso conjunto bibliográfico que problematizaram as ferramentas digitais.

É necessário pontuarmos a percepção manifesta sobre os textos (a exemplo de G) a partir de dois caminhos: na dedicação a leitura e atividades relacionadas e, em contrapartida, na falta de comprometimento. Observamos que os artigos e as discussões foram destacados como a base dos conteúdos e importantes à formação, afirmando o empenho nessas atividades e a realização das tarefas solicitadas. A Licencianda J escreve: “Apesar de trabalhosa, a leitura é necessária assim como o texto que serve como feedback para a professora sobre aquilo que compreendemos do assunto”.

Embora as tarefas exigissem dedicação e não fossem simples, há o reconhecimento sobre sua relevância e função dentro da disciplina, inclusive para o acompanhamento do percurso formativo dos estudantes. Outros sentidos, por sua vez, revelaram pouco comprometimento e reflexo na aprendizagem, bem como diferença quando comparado com o envolvimento nas demais atividades.⁴⁸

Da mesma forma, as dificuldades estavam concentradas nas leituras, principalmente no que se refere ao pouco tempo disponível, demonstrando que outros trabalhos – apesar de solicitarem demandas iguais ou até superiores – não foram ressaltados nas autoavaliações.

Uma das licenciandas também se queixou sobre a duração insuficiente dessas atividades, argumentando que o curto espaço não oportunizava a análise crítica. Em nossa percepção, trata-se de uma análise diferente da anterior, visto que o foco principal da reclamação é o desenvolvimento de uma consciência que perpassa a simples leitura. Nesse caso, o tempo materializa a experiência e oportuniza que o pensamento rompa o concreto (o que está posto nos escritos) a fim de apreender seus conceitos e interpretá-los conscientemente em um movimento de confronto e autorreflexão, que exigem tempo de mediação (MAAR, 1995).

Outro impasse manifesto foi o acanhamento durante falas em público, conforme observamos na autoavaliação do Licenciando V: “Acredito que o nervosismo atrapalhou um pouco, mas consegui conduzir bem a apresentação”. Além disso, V ressalta: “Procurei sempre participar de todas as discussões, apesar da timidez” (LICENCIANDO V).

Considerando que a tomada de decisões e o posicionamento requerem o desenvolvimento da oratória, são fundamentais estratégias que propiciem a construção dessa habilidade nos currículos, sobretudo na profissionalização docente. Apresentações de seminários – comuns no cotidiano universitário – são oportunos, mas nem sempre suficientes

⁴⁸ Há semelhanças com nossas descrições e interpretações de *Introdução à Química Verde*, mas também diferencial em relação ao entendimento sobre a formação propiciada pelos textos, o que poderia ser reflexo do amadurecimento oportunizado pelo curso.

ao pensarmos em situações que poderiam ser estimuladas com maior frequência, como o diálogo entre os pares e a maior participação discente. A própria disposição das carteiras ao longo de toda a vida escolar, por exemplo, desencoraja esse movimento e dificulta (ainda mais) as (des) construções, como verificamos na afirmação do Estudante H: “Não consigo achar uma brecha nas discussões para poder falar”.

Ainda sobre as **EXPERIÊNCIAS FORMATIVAS**, os licenciandos e licenciandas destacaram o importante papel do monitor, PESCD (Programa de Estágio Supervisionado de Capacitação Docente) e apoio técnico durante as aulas, principalmente nas sugestões dos trabalhos e discussões. Os *feedbacks* das tarefas semanais (interpretação do texto a partir de uma questão norteadora) propiciaram a visão geral sobre as respostas e a compreensão de possíveis dúvidas, bem como fundamentaram as atividades seguintes. A técnica também auxiliou na elaboração dos vídeos e outras requisições relacionadas às ferramentas digitais.

Outro fator que merece destaque é o olhar mais consciente sobre a docência e a própria carreira, visto que são estudantes do último ano do curso. Observamos afirmações que já demonstravam o reconhecimento como professor e professora de Química, principalmente ao considerar a perspectiva teórica e metodológica abordada como exemplos para serem seguidos, conforme escreve a Licencianda M: “Gostei muito da disciplina, acredito que os conteúdos abordados na mesma me auxiliarão muito em minha profissão” (grifo nosso). A Estudante A também discorreu em sua autoavaliação: “Gostaria de salientar que a disciplina contribuirá muito para minha atuação futura, pois pretendo seguir na área.”

Em contrapartida, verificamos percepções demonstrando que o entusiasmo profissional não contemplava alguns licenciandos. Durante um dos momentos formativos, presenciamos o seguinte diálogo entre um estudante e a professora:

Tem o Estágio e agora consegui um empreguinho.
 Professora: Por que empreguinho (no diminutivo)?
 Porque eu ganho pouco; só cinco reais! (ANOTAÇÕES DA AUTORA).

A conversa ocorreu após a entrega de uma tarefa, onde o discente justificava a pouca dedicação devido aos compromissos (ANOTAÇÕES DA AUTORA). No entanto, a forma como o trabalho foi mencionado nos permite conjecturar que se trata de algo provisório e não valorizado (pelo estudante e também empregador – considerando a quantia recebida). Sem menosprezar as importantes discussões sobre as condições profissionais docentes – que perpassam diferentes instâncias sociais –, nosso intuito é problematizar a percepção que se materializa como reflexo das determinações históricas e sociais e impede, muitas vezes, o

prosseguimento da carreira. Um licenciando também destacou baixa motivação em sua autoavaliação, embora tenha afirmado empenho durante as atividades. A causa do sentimento não foi explicada, mas poderia estar associada a essa percepção sobre a docência.

Acerca da categoria **FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS**, os estudantes afirmaram que os conteúdos oportunizaram perspectivas para além de aspectos introdutórios sobre as tecnologias digitais e pedagogias de projetos, trabalhando-se também de que forma esses tópicos são contemplados pelo Plano Nacional de Educação (PNE), livros didáticos e diferentes referenciais teóricos, bem como aspectos históricos e sociais e a Química Verde. Os licenciandos e licenciandas pontuaram a relevância dos assuntos e sugeriram modificações, a saber: aprofundamento da abordagem histórica e a substituição da dissertação e de alguns textos do Ministério da Educação (por apresentarem perspectivas semelhantes)⁴⁹.

No que se refere às metodologias, foram manifestos o uso da leitura, escrita e diálogo para fundamentar os conceitos, debates, recursos virtuais, rodas de conversa, utilização do Ambiente Virtual de Aprendizagem, *WebQuest*, entre outros. De acordo com os discentes, a dinâmica oportunizava um ambiente de discussão que enriquecia os textos e incluía a participação de todos e todas, estruturando-se de maneira organizada e fluída. Eles e elas ressaltaram ainda a mediação do monitor, PESCD e apoio técnico, que se mostraram atenciosos e solícitos para auxiliar no desenvolvimento das atividades.

Ademais, as perspectivas teóricas e metodológicas fundamentaram a criação do trabalho final, propiciando aplicar o que havia sido trabalhado anteriormente. Além disso, o conhecimento também se articulou com as atividades e ultrapassou os limites abstratos dos referenciais bibliográficos, conforme escreve o Estudante R: “[...] gostaria de explicitar o caráter ‘prático’ da disciplina. Nós experimentamos aulas em ambientes virtuais, webquests, vídeos, enquanto falávamos a respeito das TICs estas eram inseridas nas aulas” (grifo nosso).

⁴⁹ Tratava-se de uma dissertação sobre as percepções de tecnologia nos livros didáticos de Química e um documento acerca das TIC na Educação (estruturado para que a leitura de cada capítulo ocorresse em diferentes momentos do semestre).

5.4 OS PROJETOS

5.4.1 Primeiro movimento: a descrição

Procedemos com as análises dos projetos partindo dos mesmos encaminhamentos feitos nos estudos de caso, conforme apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 – Características dos projetos.

Projeto	Problemática	Temas abordados	Aplicação
Aven-Tec	Causas e consequências de uma revolução industrial fictícia	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamento da água - Separação de misturas - Solubilidade de sais - Combustíveis fósseis - Óptica e ondulatória - Circuitos elétricos - Fotossíntese - Ácidos e bases - Chuva ácida 	Ensino Médio ou qualquer pessoa
Água: poluição, tratamentos e preservação	Como ocorre a poluição da água e seus efeitos para a saúde humana e ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Importância e disponibilidade da água - Poluição da água - Tratamento da água (conceitos químicos envolvidos) 	Ensino Médio
Uma química saborosa	Estequiometria em situações cotidianas	<ul style="list-style-type: none"> - Estequiometria - Lei de Proust e de Lavoisier - Densidade - Reflexão sobre hábitos alimentares saudáveis 	2ª série Ensino Médio
A química entre nós	De que forma a química está presente no cotidiano	<ul style="list-style-type: none"> - Transformações químicas - Reações químicas - A presença da Química nas situações cotidianas 	1ª série Ensino Médio
Ácidos e bases	Relação entre o consumo de refrigerantes e problemas de saúde	<ul style="list-style-type: none"> - Ácidos e bases - Contexto histórico e evolução das teorias ácido-base - pH - Reflexão sobre o consumo de refrigerantes e alimentação saudável 	2ª série Ensino Médio
Água para todos	Disponibilidade da água	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidade da água potável, consumo e desperdício - Principais agentes poluidores da água e impactos ambientais - Chuva ácida (reações químicas, ácidos e bases) - Função dos filtros domésticos, tipos e como são construídos - Tratamento da água 	2ª e 3ª séries Ensino Médio
Bioplástico: é tech, é pop, é tudo?	Impactos socioambientais dos resíduos plásticos	<ul style="list-style-type: none"> - Poluição causada pelos plásticos - Química Verde e Sustentabilidade - Polímeros - Síntese do bioplástico e testes de impermeabilidade e degradação 	3ª série Ensino Médio
Energia nuclear: salvação ou destruição?	Produção de energia elétrica	<ul style="list-style-type: none"> - Produção de energia elétrica - Energia nuclear - Reações nucleares (átomo, fissão, fusão e decaimento radioativo) 	3ª série Ensino Médio

		- Riscos socioambientais da produção de energia nuclear no Brasil	
O nevoeiro: é só uma fumaça?	Desequilíbrio ambiental pela introdução de gases na atmosfera	- Poluição atmosférica - Gases estufa e suas fontes de emissão - Chuva ácida - Combustão - Reações com a água	3ª série Ensino Médio
A era do degelo	Mudanças climáticas	- Efeito estufa - Aquecimento global	2ª série Ensino Médio
Metalmorfose: conhecendo os metais e a tabela periódica	A presença dos metais no cotidiano	- Tabela periódica (contexto histórico e estrutura) - Elementos químicos - Propriedades periódicas - Contextualização sobre os metais	1ª série Ensino Médio

Fonte: elaborado pela autora.

Esse movimento descritivo foi fundamental para que entendêssemos as elaborações, pois diferentemente dos estudos de caso, a escrita de alguns trabalhos não estava estruturada de forma correta dentro dos tópicos e exigiram maior atenção para a escolha do que seria categorizado⁵⁰. O projeto **A química entre nós**, por exemplo, possuía uma citação nos **Objetivos**, enquanto que parte da **Introdução de Água para todos** também foi categorizada por abordar o que deveria estar no tópico **Procedimentos**.

Evidente que a citação foi desconsiderada, bem como a descrição dos procedimentos experimentais ou regras dos jogos que apareceram em outros trabalhos (dentro do item **Procedimentos**), uma vez que forneciam apenas informações sobre como executar as ações.

Discorreremos a estória nos estudos de caso para possibilitar ao leitor ou leitora a contextualização dos trabalhos. Aqui, no entanto, apenas o Quadro 5 é suficiente para essa compreensão, com exceção de **Aven-Tec** e **Bioplástico: é tech, é pop, é tudo?** devido à características que necessitam ser explicadas.

Aven-Tec é um jogo baseado nas consequências de uma revolução industrial fictícia, destinando-se a estudantes do Ensino Médio ou a qualquer pessoa que queira jogá-lo⁵¹. Os licenciandos discorrem que a finalidade não é apresentar o acontecimento como algo negativo, mas refletir sobre diferentes temáticas que perpassam o assunto e encontrar soluções viáveis aos problemas enfrentados por Lass Bland, morador de um povoado chamado **Árvore Grande** – uma das poucas regiões não afetadas pela poluição e desmatamento.

Ao longo da estória, o jovem precisa resolver questões como a dessalinização da água para consumo e a produção de energia a partir de fontes menos poluentes, mobilizando, para tanto, diferentes conhecimentos. Os discentes também elaboraram uma *WebQuest* a fim de

⁵⁰ Importante lembrarmos que foram categorizados, com exceções, os tópicos **Objetivos** e **Procedimentos** (Anexo B).

⁵¹ Ele foi desenvolvido utilizando o *software* RPG Maker, disponibilizado na plataforma Steam.

auxiliar os usuários e usuárias, inserindo o *trailer* do jogo, informações acerca dos personagens e cenários, bem como explicações técnicas e científicas para o esclarecimento de possíveis dúvidas e um fórum de comunicação.

O trabalho **Bioplástico: é tech, é pop, é tudo?**, por sua vez, foi uma parceria com a disciplina *Experimentação na Educação Química*, ministrada pela mesma professora. À época, os licenciandos cursavam ambas no mesmo semestre e decidiram (após consultar a possibilidade) realizar essa correlação, visto que um dos objetivos de *Experimentação na Educação Química* consistia na produção de um plano de aula e posterior aplicação na escola (ANOTAÇÕES DA AUTORA).

Dessa forma, o projeto foi aplicado em três aulas (com duração de 50 minutos cada) na 3ª série do Ensino Médio de uma Escola Técnica Estadual (ETEC), localizada em São Carlos (SP), ressaltando que a escolha ocorreu devido à existência da colaboração entre a instituição e a docente da disciplina – feita para promover o diálogo universidade-escola. Ademais, houve o acompanhamento da professora da turma e de uma doutoranda do nosso grupo de pesquisa, que atuava em *Experimentação na Educação Química* como PESCD. Após essas considerações, sigamos ao segundo movimento.

5.4.2 Segundo movimento: a categorização

A desmontagem dos textos possibilitou a emergência de 15 categorias iniciais, quatro intermediárias e duas finais (Quadro 6), ressaltando que as últimas expressam perspectiva semelhante à adotada nos estudos de caso – classificadas em teórico-metodológicas e em termos das experiências proporcionadas.

Quadro 6 – Categorias manifestas nos projetos.

CATEGORIZAÇÃO		
Inicial	Intermediária	Final
Aprendizagem (A)		
Contextualização (B)		
Construção coletiva (C)		
Conteúdo (D)		
Criticidade (E)	A + F + I + L + N	Fundamentos teóricos e metodológicos
Experiências formativas (F)	C + H	H + G + D + B + J + O
Práticas pedagógicas (G)		
Trabalho em grupo (H)	D + G + B + J + O	
Resolução de problemas (I)		Experiências formativas
Pensamento holístico (J)	E + K + M	A + C + F + I + N + L + E + K + M
Conscientização (K)		
Autonomia (L)		
Reflexão (M)		
Transformação social (N)		
Participação social (O)		

Fonte: elaborado pela autora.

As práticas pedagógicas manifestas, compreendidas na categoria **FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS**, foram propostas considerando uma *WebQuest* para estruturar e orientar o percurso das aulas. Em **Metalmorfose: conhecendo os metais e a tabela periódica**, por exemplo, as licenciandas apresentaram os conteúdos, a descrição sobre as atividades, métodos avaliativos, fontes de pesquisa e um jogo ao final contendo os conhecimentos trabalhados; organizando os itens em abas (ou *links*) da plataforma.

Além disso, trabalhos como **Energia nuclear: salvação ou destruição?** e **Uma química saborosa** usaram a ferramenta como repositório para outros materiais (jogos, animações, vídeos, entre outros), enquanto que em **Aven-Tec** também havia um fórum para auxiliar o esclarecimento de possíveis dúvidas e a comunicação entre os usuários e usuárias do jogo.

O fato de todos os projetos contarem com a *WebQuest* surgiu como exigência da professora durante as elaborações, pois a premissa dos trabalhos consistia em inserir no plano de aula um (ou mais) recurso (s) tecnológico de informação e comunicação. Após observar dificuldades dos discentes em relação ao manuseio e até mesmo sobre a escolha, a docente optou em padronizar a inserção da *WebQuest* como sendo um dos produtos (sem mencionar como deveria ser essa abordagem), uma vez que se tratava de algo já trabalhado anteriormente na disciplina (ANOTAÇÕES DA AUTORA).

Observamos que os desdobramentos dos projetos ocorreram com maior facilidade depois desse encaminhamento. Mesmo com a existência de uma pessoa à disposição para auxiliá-los com as ferramentas digitais, nosso sentimento e interpretação das dinâmicas que

ocorriam demonstravam que os estudantes não sabiam por onde começar e, a partir daquele momento, estabeleceu-se um caminho – ainda que sem muitos horizontes, mas que possibilitaria (e deveras viabilizou) foco e direcionamento inicial (ANOTAÇÕES DA AUTORA).

Podemos relacionar tal dificuldade com os sentidos manifestos nas autoavaliações, onde os licenciandos e licenciandas afirmaram que a disciplina oportunizou experienciar ferramentas e metodologias ainda não trabalhadas durante o curso. Ainda sobre a relação com essas análises, o impedimento inicial não estava majoritariamente em como manusear os aparatos – visto que poucos discentes procuraram ajuda técnica –, mas em como inseri-los nas práticas pedagógicas considerando-se um percurso formativo incoerente com essa demanda. Trata-se de olhar (talvez pela primeira vez) a existência de outras possibilidades e dinâmicas educativas.

Embora não havia determinações sobre a abordagem da *WebQuest*, possivelmente a opção em utilizá-la para estruturar as atividades também tenha surgido desse problema ao pensarmos no caminho “mais fácil ou comum”. Em contrapartida, isso oportunizou a consciência e o acesso sobre o que seria trabalhado e em qual momento, informando e compartilhando a autonomia pedagógica com os estudantes da Educação Básica. A preocupação sobre os conhecimentos prévios também foi manifesta no trabalho **O neveiro: é só uma fumaça?**, com a proposta de um questionário inicial usando o *Google Forms*.

Outros recursos digitais foram usados, principalmente vídeos feitos pelos próprios discentes ou disponíveis na internet como forma de iniciar as problematizações e/ou explicar os conteúdos. Em **Uma química saborosa** é proposta uma animação contando a estória de Mariana, que decide fazer um bolo de cenoura aos seus convidados, mas se depara com a visita inesperada de mais pessoas e com a falta de fermento. Ao longo das atividades, os conceitos de estequiometria e densidade são trabalhados com a intenção de auxiliar a personagem, sendo que em outro momento as licenciandas também utilizam infográficos para promover reflexões sobre alimentação saudável.

Já no projeto **A era do degelo**, as discentes questionam as mudanças climáticas por meio de uma história em quadrinhos, enquanto que **O neveiro: é só uma fumaça?** possui dentre suas atividades um gibi interativo sobre chuva ácida, sendo possível decidir o final da estória. Também podemos mencionar *podcast*, elaborado no trabalho **Energia nuclear: salvação ou destruição?**, e o experimento da síntese do bioplástico a partir do amido, bem como testes de impermeabilidade e degradação – desenvolvidos em **Bioplástico: é pop, é tech, é tudo?**.

Os discentes usaram as redes sociais, sobretudo *Instagram* e *Facebook*, para encaminhar as atividades e possibilitar a troca de informações. **Água para todos** propõe uma dinâmica semanal a partir da interação no *Facebook*. Os licenciandos sugerem que o professor ou professora realize uma postagem na segunda-feira sobre o assunto trabalhado na semana e, no decorrer dela, os estudantes da Educação Básica dialoguem em grupos e publiquem a síntese das ideias, retomando-as em sala de aula ao final da semana com a intervenção docente para a sistematização do que foi elaborado e o esclarecimento de dúvidas.

As redes sociais também estavam fundamentadas na divulgação científica e participação social, sendo pensadas para promover a comunicação dos estudantes da Educação Básica com seus familiares e a comunidade. Em **Água: poluição, tratamentos e preservação**, o licenciando e licencianda propõem a divulgação de conteúdos e textos (individuais e coletivos) elaborados nas aulas para a conscientização, além do convite e incentivo à interação das pessoas. Considerando que os estudos CTSA iniciaram a partir de demandas que requeriam a maior participação e regulação social sobre os processos e produtos (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003), é coerente refletirmos essa construção dialógica para além do ambiente formativo como parte dos pressupostos dessa educação científica.

De acordo com os sentidos manifestos, as práticas pedagógicas oportunizariam a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades baseado em metodologias e ferramentas não convencionais, bem como linguagem mais acessível e descontraída. A *WebQuest* proposta em **A química entre nós** apresentava imagens do desenho animado *Os Jovens Titãs* a fim de, segundo as discentes, estimular a aprendizagem por meio de conteúdos próximos dos jovens e a criação de um *layout* moderno. Ademais, houve o planejamento de aulas expositivas em determinadas atividades e a produção de textos, especialmente como método avaliativo e de sistematização das ideias.

As avaliações foram pensadas durante todo o percurso dos projetos, seja no desenvolvimento de um produto ou na participação dos estudantes, mas também observamos que todos os trabalhos continham alguma tarefa como forma de finalizar esse percurso, sendo escolhidos a produção escrita ou jogos elaborados pelos próprios licenciandos e licenciandas.

Ainda sobre a categoria **FUNDAMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS**, os discentes pontuaram que os conteúdos seguiram uma sequência lógica e cuidadosa, de maneira que os conhecimentos pudessem ser construídos no decorrer das aulas e possibilitassem tempo hábil para a contribuição dos estudantes da Educação Básica. Podemos mencionar a dinâmica semanal no *Facebook* proposta em **Água para todos** como exemplo

dessa organização, visto que oportunizaria a elaboração ao longo da semana como forma de rememorar e refletir os temas trabalhados.

No que se refere aos conteúdos, observamos que os conhecimentos químicos foram abordados na maioria dos trabalhos (exceto em **A era do degelo e Água: poluição, tratamentos e preservação**), diferentemente do que ocorreu nos estudos de caso. Uma possível explicação pode ser feita considerando a matriz curricular da Licenciatura em Química na UFSCar (Anexo D), onde importantes disciplinas são cursadas após (ou no mesmo semestre) de *Introdução à Química Verde* e oportunizam a percepção sobre a profissionalização docente em Química⁵², ressaltando que não há disciplinas pedagógicas com especificidades na formação de professores e professoras de Química anteriormente à oferta de *Introdução à Química Verde*.

Esse resultado converge com nossos questionamentos acerca da disposição curricular, onde são priorizados apenas os conhecimentos químicos nos primeiros anos e, segundo os discentes, em uma perspectiva mecânica e instrumental – sobretudo na definição de roteiros pré-estabelecidos nos laboratórios didáticos. Ainda que possível, reconstruir o que está posto torna-se difícil e o fortalece ainda mais.

Nosso entendimento acerca do planejamento dos conteúdos pressupõe o estabelecimento das relações existentes entre a ciência (especialmente a Química), a tecnologia, a sociedade e o ambiente, principalmente considerando situações cotidianas e discussões sobre sustentabilidade. No projeto **Metalmorfose: conhecendo os metais e a tabela periódica** as licenciandas elaboram um vídeo sobre aplicações industriais e a finalidade de alguns metais no organismo, sugerindo a organização de grupos para discussão e produção de textos⁵³. Em outro momento formativo, elas propõem o estudo de caso *Os metais de Mariana*, problematizando o desastre socioambiental ocasionado pelo rompimento das barragens em Mariana e em Brumadinho (MG), respectivamente no ano de 2015 e 2019.

Sob essa mesma perspectiva, **Energia nuclear: salvação ou destruição?** utiliza notícias divulgadas após o ocorrido em Brumadinho para iniciar as atividades, mencionando a existência de instalações com riscos de desabamento e que incluem a única barragem de exploração e enriquecimento de urânio no Brasil, localizada em Poços de Caldas (MG). Dessa

⁵² Podemos citar *Metodologia do Ensino de Química* (ofertada no mesmo período), *Experimentação na Educação Química* (7º período), *Estágio Supervisionado em Ensino de Química A* e *Orientação para Prática Profissional A* (ambas no 8º período).

⁵³ De acordo com a proposta, cada equipe deveria ser responsável por um tema específico, quais sejam: importância do ferro para a alimentação, cuidados com o chumbo, função do cálcio e do magnésio no organismo, bem como outros metais (presentes em baixas concentrações no corpo humano). As referências bibliográficas são disponibilizadas para consulta na *WebQuest*, juntamente com as fontes usadas no estudo de caso.

forma, os estudantes sugerem a reflexão acerca das consequências sociais, ambientais e políticas da produção de energia elétrica no país, sobretudo das usinas nucleares.

Outros trabalhos também foram desenvolvidos a partir da perspectiva CTSA e destacaram a importância dos conhecimentos químicos para a compreensão das controvérsias e de diferentes áreas científicas, bem como os abordando em uma perspectiva sistêmica, como **Bioplástico: é tech, é pop, é tudo?** e **A química entre nós**.

Contudo, observamos dificuldades de alguns grupos durante as reuniões de orientação e esclarecimento de possíveis dúvidas, onde os licenciandos e licenciandas apresentavam, em nosso entendimento, percepções que refletiam a racionalidade instrumental. Sem oferecer respostas e métodos prontos, nossas ações visavam questionar essa racionalidade partindo dos referenciais trabalhados na disciplina (ANOTAÇÕES DA AUTORA).

Houve avanços significativos no decorrer desse processo, verificando o esforço e comprometimento dos estudantes e a melhora gradual das abordagens. Nos primeiros encontros, era comum que a maioria dos trabalhos se resumisse à exposição dialogada dos conceitos químicos e exercícios de vestibular/Enem (Exame Nacional do Ensino Médio), ao passo que nas reuniões subsequentes, verificávamos maior proximidade com os objetivos da pedagogia de projetos (ANOTAÇÕES DA AUTORA).

De acordo com nossas observações, o desenvolvimento das propostas modificou a maneira como os conceitos eram abordados – sobretudo contextualizando-os com questões cotidianas, mas ainda restava compreender como oportunizar maior protagonismo aos estudantes e aprendizagens atitudinais e comportamentais (ANOTAÇÕES DA AUTORA). Esse desafio também foi aos poucos sendo superado e, apesar de alguns trabalhos apresentarem inserções mais pontuais – feitas em determinadas atividades –, houve mobilizações no fazer pedagógico em concordância com perspectivas críticas e emancipatórias. Em **Ácidos e bases**, por exemplo, o licenciando relaciona tais conceitos com o consumo de refrigerantes e a alimentação saudável, sugerindo a leitura e discussão de um texto (de própria autoria).

As elaborações foram baseadas em grupo, seja para pesquisas, resolução de problemas ou produção de textos. De acordo com os discentes, as **EXPERIÊNCIAS FORMATIVAS** oportunizadas pela construção coletiva viabilizariam a troca de conhecimentos e percepções, bem como novas construções. Além das atividades, a abordagem sobre a tabela periódica também foi desenvolvida dessa maneira em **Metalmorfose: conhecendo os metais e a tabela periódica**, uma vez que as licenciandas sugerem apresentar o desenvolvimento e a contribuição dos diferentes modelos ao longo da história.

Essa perspectiva, que perpassa o trabalho de vários cientistas, oportuniza apreendermos a ciência e o seu fazer como produto histórico, social e cooperativo, delineada por e para sujeitos e que converge com os pressupostos da educação científica CTSA, visto que ensinar e aprender Química também se baseia na compreensão sobre a natureza científica (PORRO, 2017).

A resolução de problemas foi uma das **EXPERIÊNCIAS FORMATIVAS** desenvolvidas em cooperação, inclusive exigindo a atuação de personagens fictícios como forma de representar as instâncias sociais envolvidas na controvérsia. **Bioplástico: é tech, é pop, é tudo?** propõe a formação de equipes (químicos, especialistas em sustentabilidade, fabricantes de plástico, alunos da ETEC e moderadores) para problematizar a viabilidade dos bioplásticos como alternativa aos impactos causados pelos resíduos plásticos. Durante a atividade, os licenciandos sugerem a reunião dos grupos para pesquisas (de acordo com os respectivos papéis e previamente selecionadas e inseridas na *WebQuest*) e sistematização dos argumentos, seguida de um painel de discussão com os representantes.

Proposta semelhante foi elaborada na atividade *Os metais de Mariana*, em **Metalmorfose: conhecendo os metais e a tabela periódica**. Embora as estudantes não tenham especificado os sujeitos envolvidos, realizando a divisão por temas (impactos dos rejeitos na saúde da população, na economia e no modo de vida e no ambiente), observamos que em cada divisão ocorreu o favorecimento de um dos pilares da sustentabilidade (sociedade, economia e ambiente), bem como a correlação entre eles e questões éticas e valorativas.

Além do diálogo entre os grupos, também observamos a elaboração de textos como produto dessa reflexão coletiva e solução das controvérsias. O trabalho **Energia nuclear: salvação ou destruição?** sugere um parecer (encomendado pela prefeitura da cidade) sobre a forma mais viável de produção de energia elétrica. Para tanto, os licenciandos apresentaram um modelo em *podcast* e algumas diretrizes para guiar os estudantes da Educação Básica na escolha, quais sejam: disponibilidade de recursos naturais e econômicos, necessidade energética local, danos socioambientais, monitoramento e possíveis mitigações.

Ainda sobre a importância de incorporarmos posicionamentos distintos como forma de humanizar a ciência, Nunes e Dantas (2012) afirmam que a abordagem CTSA oportuniza entendermos as dimensões, pressupostos e consequências da tecnociência na vida das pessoas. O autor e autora investigaram a compreensão sobre a ciência e a tecnologia entre licenciandos e licenciandas em Química, observando-se percepções que devotam apenas aos cientistas a tomada de decisão devido à racionalidade, conhecimento sobre o tema e neutralidade

(NUNES; DANTAS, 2012). Ao promover atividades pedagógicas que contradizem tais perspectivas, desconstruímos percepções equivocadas e ampliamos a participação social, construindo alternativas democráticas, plurais e emancipatórias.

De acordo com os sentidos manifestos, a resolução de problemas também pressupõe o desenvolvimento do raciocínio lógico. No jogo **Aven-Tec**, por exemplo, são necessárias a criação de hipóteses e diferentes soluções para o enfrentamento dos problemas abordados no decorrer da estória.

Ademais, as **EXPERIÊNCIAS FORMATIVAS** possibilitariam a aprendizagem dos conceitos de forma ativa e centrada no estudante. Essa autonomia discente orientou as dinâmicas formativas ao longo das atividades, sobretudo no desenvolvimento das pesquisas bibliográficas, trabalhos em grupo e na reflexão acerca da própria aprendizagem por meio de jogos – estruturados a partir dos conceitos abordados nas aulas.

O pensamento crítico e a consciência acerca da preservação ambiental também emergiram como resultado das práticas educativas, partindo do diálogo entre diferentes percepções e efetivando-se não apenas verbalmente, mas nas elaborações textuais (individuais e coletivas).

6 REVISITANDO HORIZONTES PARA A CONSTRUÇÃO DE MOSAICOS

Antes de iniciarmos mais algumas reflexões, importa explicarmos o título desta seção, nossa interpretação sobre ele e o porquê resolvemos inseri-lo remetendo novamente aos escritos de Moraes e Galiazzi (2016).

Na seção anterior dialogamos sobre os sentidos manifestos nas autoavaliações e trabalhos finais, comunicando o que se mostrou nos *corpus* por meio da “ *fusão do horizonte do texto com o horizonte daquele que o compreende*” (SOUSA; GALIAZZI, 2018, p. 804, grifo do autor e autora).

Os entendimentos que emergiram durante a análise oportunizaram a criação de novas teorias que, por sua vez, também perpassam os fundamentos epistemológicos deste trabalho. As categorias emergentes foram movimento para compreendermos os fenômenos à medida que estenderam e incorporaram *outras* formas a paisagem, permitindo que construíssemos um mosaico.⁵⁴

Contudo, a ATD também apreende o *horizonte* como “movimento em direção a compreender melhor a compreensão” (SOUSA; GALIAZZI, 2016, p. 811), o que representa que os pressupostos não podem ser fechados e estáticos. “Aquilo além do que não é possível ver, mas que pode mudar, expandir-se, reduzir-se” (SOUSA; GALIAZZI, 2016, p. 812).

Nosso propósito é que os horizontes dialogados ao longo do trabalho sejam revisitados a fim de propiciar maior coerência aos nossos objetivos, visto que “os preconceitos vão sendo paulatinamente afastados, dando lugar a conceitos mais adequados, em que os sentidos vão ser confirmados, se compatíveis com o texto; e afastados, se forem insuficientes” (SOUSA; GALIAZZI, 2016, p. 812).

Isso não significa que os resultados que emergiram não tenham expressado a materialidade da pesquisa e nossas intenções, mas ainda nos falta refletir acerca dos caminhos possíveis – mesmo com a existência de peças não totalmente ajustadas entre si – para a proposição de novas formas e compreensões que surgem desse *estar-entre* diferentes horizontes.

⁵⁴ Moraes e Galiazzi (2016) comparam o processo de análise, sobretudo a categorização, com a formação de quebra-cabeças e/ou mosaicos. A paisagem do quebra-cabeça, definida previamente (categorias a priori), é construída por meio do encontro entre peças e lugares certos, enquanto que a articulação das peças a outras paisagens – que emergem do estudo – propicia a composição de mosaicos (SOUSA; GALIAZZI, 2018).

6.1 ENCONTROS E DESENCONTROS: UMA RETROSPECTIVA

Após apresentarmos o que se manifestou das análises, podemos vislumbrar um cenário mais completo sobre as disciplinas. Nesse momento, estendemos nossas interpretações como o observador ou observadora afastados do fenômeno para contemplar suas sutilezas partindo de outras perspectivas.

Interessante refletirmos a forma como a racionalidade instrumental perpassou os sentidos atribuídos às práticas educativas e ao desenvolvimento dos estudos de caso e projetos. Enquanto nas autoavaliações de *Introdução à Química Verde* verificamos a preocupação dos estudantes com o prosseguimento do cronograma proposto no início do semestre, em *Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química* a atenção se voltou para a eficiência das práticas – pressupondo também a fetichização tecnológica.

Em nosso entendimento, o *cumpriu* e o *efetivo* (escritos nas autoavaliações) estabelecem relação de complementaridade ao significar um produto definido de antemão que satisfaz e acomoda o pensamento, revelando a percepção ingênua sobre as práticas pedagógicas – que poderiam ser reproduzidas baseadas em padrões e escolhas individuais e definitivas. A racionalidade instrumental também foi manifesta no desenvolvimento dos trabalhos, observados principalmente nas reuniões de orientação sobre a atividade. Se em *Introdução à Química Verde* a dificuldade concentrou-se na abordagem dos conhecimentos químicos, em *Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química* os contratempos centravam-se na contextualização.

Conjecturamos que essas diferenças possam ser reflexo da semiformação docente, relacionada à distância existente entre teoria e prática. Como mencionado anteriormente, a matriz curricular do curso não oferece disciplinas específicas à profissionalização docente em Química antes da oferta de *Introdução à Química Verde*, o que oportunizaria que os conceitos químicos não tenham “espaço” no planejamento da aula, sobretudo ao abordarmos controvérsias cotidianas. O estudante do último ano, em contrapartida, possui vivência na escola devido ao Estágio Supervisionado, disciplinas no currículo acadêmico ou seu próprio trabalho, o que significa que, nesse momento, o obstáculo não é mais acerca do conteúdo, mas em como transcender a transmissão de conhecimentos vazios.

Dessa forma, universidade e escola constituem, ao mesmo tempo, dois caminhos opostos e que dialogam pelas dinâmicas prontas e inflexíveis: na profissionalização, por meio da teoria e, na atuação docente, pela prática. O resultado se expressa como repetição de

propostas e esquematismos onde os conhecimentos teóricos apreendidos durante a formação não se aplicam aos espaços escolares e vice-versa, criando ciclos que se reproduzem e reafirmam a existência dessa dualidade.

O pessimismo teórico e otimismo prático proposto pela Teoria Crítica nos auxiliam transpor essa semiformação docente, visto que possibilita olharmos a distância que separa teoria e prática. Trata-se de extrair os potenciais emancipatórios, as oportunidades embutidas na leitura de um texto ou no simples giz e lousa, mas, também, refletir diferentes metodologias e ferramentas didáticas partindo *de* e *para* sujeitos.

Em consonância, a profissionalização docente pressupõe igual coerência para oportunizar momentos de confronto com as limitações, pois “o que é torna-se efetivamente o que é pela relação com o que não é” (MAAR, 1995, p. 25). Destarte, a abordagem das melhores e eficazes ferramentas não se adequaria, assim como a ideia de saberes construídos em tempos e locais indefinidos.

O projeto **Bioplástico: é tech, é pop, é tudo?**, desenvolvido na escola por intenção dos licenciandos, propiciou que as experiências formativas se materializassem na sala de aula e também fossem compartilhadas durante a apresentação do seminário. A fim de melhor compreendermos suas percepções sobre a atividade, elaboramos ao final duas questões dissertativas como forma de investigar os desdobramentos e, embora não sejam o foco desta pesquisa, importa realizarmos breves considerações sobre as respostas.⁵⁵

Os discentes avaliaram a prática positivamente, especialmente devido à possibilidade de abordar conteúdos interdisciplinares e questões sociocientíficas que perpassam os conhecimentos químicos – o que, segundo eles, não são trabalhados em sala de aula. O comprometimento dos estudantes da Educação Básica também foi pontuado:

As aulas ministradas por mim e pelo discente D. na ETEC de São Carlos foi um dos momentos mais marcantes em minha vida acadêmica, devido ao nosso empenho no planejamento das atividades à serem desenvolvidas pela turma do 3º C e também pelo interesse demonstrado pelos alunos ao quererem participar das atividades, indo além da nossa expectativa, uma vez que as atividades iam sendo desenvolvidas, iam surgindo questões levantadas pelos alunos muito interessantes, sob meu ponto de vista (LICENCIANDO P. grifo nosso).

⁵⁵ As duas questões foram: 1) Como você avalia sua aula? Ela contribuiu para o aproveitamento das disciplinas cursadas na universidade? Justifique. 2) Quais os desafios enfrentados durante a elaboração e execução do projeto? O que poderia ser modificado?

As perguntas foram respondidas individualmente pelos dois estudantes, ressaltando que prosseguimos apenas com a interpretação e transcrição de alguns trechos para fundamentar nossos argumentos.

No que se refere ao envolvimento com a proposta, observamos expectativas negativas relacionadas principalmente ao uso das ferramentas digitais e a falta de informações sobre os estudantes:

Um dos maiores desafios no momento de elaboração do projeto foi a integração das TICs com a experimentação [...], não seria o modo em que as duas estariam “conectadas”, mas sim qual seria a real situação em sala de aula, qual a postura dos alunos ao utilizarem seus dispositivos móveis para os auxiliarem na execução do experimento e ao decorrer do WebQuest? (LICENCIANDO D. grifo nosso).

Acredito que os maiores desafios em nosso planejamento tenha sido planejar as atividades sem saber as características da turma, o que me deixava ansioso em saber se estávamos no caminho certo ou não (LICENCIANDO P.).

De acordo com o Licenciando D., a preocupação centrava-se na utilização do celular para a atividade; algo contraditório ao pensarmos nas diversas situações em que a proibição do seu uso no ambiente formativo é consenso. Ademais, as incertezas decorrentes do desconhecimento da turma (afirmadas pelo Licenciando P.) oportunizaram inseguranças ainda maiores. Talvez a ferramenta não representasse grandes desafios em uma sala “disciplinada”.

Com efeito, tais práticas pedagógicas na sociedade da distração concentrada (TÜRCKE, 2010) nos parece incoerente no primeiro momento; afinal, estaríamos estimulando hábitos contraproducentes à formação?

Acerca disso, Zuin e Zuin (2018) discorrem que não há como negarmos os benefícios das tecnologias digitais às atividades educativas. Contudo, a autora e autor defendem que os acessos sejam orientados pelo professor ou professora à medida que juntos (docente-discente) saem do espaço físico da sala de aula para ocuparem o virtual. Nesse caso, as ferramentas se tornam o elemento principal (mas a comunicação secundária) do diálogo entre os sujeitos virtualmente presentes (ZUIN; ZUIN, 2018) – como ocorreu no desenvolvimento da proposta.

Somando-se a essa discussão, Türcke (2010) disserta ainda sobre a necessidade ontológica de *ser* midiática e eletronicamente percebido para que as existências se efetivem. Dessa forma, a sugestão das redes sociais (*Facebook* e *Instagram*) em alguns projetos oportunizaria experiências formativas fundamentadas, dialeticamente, no anseio pela admiração das imagens aparentes.

O que dialogamos durante todo o texto e, sobretudo em nossas análises, é a necessária coerência entre os objetivos e as TIC a fim de que não ocupem posições aleatórias e fetichizadas. Em contrapartida, é possível vislumbramos as potencialidades emancipatórias

quando as inserimos fundamentadas em perspectivas históricas e sociais, considerando a realidade e o melhor que ela poderia ser (NOBRE, 2014).

Nisso, estendemos nossas reflexões ao jogo **Aven-Tec**, desenvolvido como trabalho final de *Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química*. Em nossa compreensão, a maneira como a atividade foi sugerida conferiu ao jogo um fim em si mesmo, visto que os conhecimentos mobilizados para solucionar os problemas no decorrer da ficção não garantiam, por si só, oportunidades emancipatórias. Ao contrário, as resoluções poderiam ser feitas por técnicas mecânicas e memorizáveis.

O esforço e comprometimento dos licenciandos transformaram-se em fetiche ao basear as expectativas da aula apenas no jogo e na perspectiva de que ele assumisse o papel do professor ou professora. Trata-se da promessa formativa conquistada pela fetichização e exclusão docente e discente do processo educativo, restando-os o entretenimento (ADORNO, 2010). Retomando os escritos de Zuin e Zuin (2018), o virtual tampouco se efetiva como comunicação primária ou secundária nessa atividade, uma vez que não há comunicação.

Importa ressaltarmos ainda que essa discussão não emergiu na seção anterior porque o intuito era comunicar os que os licenciandos e licenciandas disseram nos trabalhos – embora acrescentamos nossas interpretações. Isso não significa uma análise errônea, mas reafirma a escolha dos referenciais metodológicos que possibilitam que a pesquisa se fundamente na construção de mosaicos – “mais coerente com a imagem do fenômeno” (SOUSA; GALIAZZI, 2018, p. 810).

Para finalizarmos, os diálogos empreendidos neste texto caminharam para o entendimento da profissionalização docente em Química em duas perspectivas: a Teoria Crítica e o enfoque CTSA e, embora aproximações entre elas foram feitas em vários momentos, resta-nos ainda alguns esclarecimentos.

Salientamos que esse encontro é pouco explorado na literatura da educação científica, sendo observado em nossa pesquisa bibliográfica apenas em Zuin e Pacca (2013) e Carvalho e Lopes (2021), ambos abordando a formação de professores e professoras, respectivamente, à luz da ambientalização curricular e do racismo como questão sociocientífica no ensino de Ciências.

A partir da análise do conjunto bibliográfico (composto por 68 artigos), destacamos que o movimento CTSA possui como premissa problematizar as relações existentes entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente, bem como aspectos mais subjetivos a fim de propiciar maior participação às tomadas de decisões; trata-se de pensarmos uma ciência *para* e *com* todos e todas.

No que se refere à Teoria Crítica, de maneira bastante simples, mas considerando o que emergiu de nossas análises e compreensões – assim como fizemos com o enfoque CTSA – pressupomos o desvelamento da realidade, que se efetiva social e historicamente ao mesmo tempo em que oportuniza a crítica e o incômodo. Consiste, ainda, no confronto entre teoria e prática, pois “não é possível mostrar ‘como as coisas são’ *senão* a partir da perspectiva de ‘como deveriam ser’” (NOBRE, 2014, p. 9, grifo do autor).

No âmbito metodológico, elaborar as práticas CTSA significa se fundamentar nessa relação teoria e prática e na distância entre esses dois momentos, considerando “o que é em vista do que *ainda* não é mas *pode* ser” (NOBRE, 2014, p. 9, grifo do autor). Além disso, uma vez que a tecnociência, seus pressupostos e desdobramentos determinam e são determinados pelas estruturas sociais, o desvelar da realidade representa também olhar para a ciência e para a tecnologia.

Em relação às temáticas (ou controvérsias) trabalhadas como questões sociocientíficas ou estudos de caso, por exemplo, a Teoria Crítica nos auxilia a abordá-las elaborando o passado e escovando a história a contrapelo, oportunizando desenvolvimentos menos corriqueiros (GANHOR, 2019) e que questionam as opressões silenciadas (CARVALHO; LOPES, 2021), as epistemologias orientais (LEE, 2018), indígenas (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2015) ou as tradições locais (ZANOTTO; SILVEIRA; SAUER, 2016). Dessa forma, a profissionalização docente se (re) constrói em tempos e locais definidos e dialoga com suas raízes históricas para compreender e transformar as realidades por meio da emancipação dos sujeitos.

8 CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS

A exigência que Auschwitz não se repita é a primeira de todas para a educação. De tal modo que ela precede quaisquer outras que creio não ser possível nem necessário justificá-la.

*Theodor Adorno*⁵⁶

Dialogamos durante o texto sobre as possibilidades e desafios para uma Educação Química que propicie a transformação de sujeitos e realidades, sobretudo fundamentando-se na compreensão do tempo presente, em seu *dever*. Para tanto, realizamos um estudo de caso investigando as práticas educativas das disciplinas *Introdução à Química Verde e Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química*, oferecidas na Licenciatura em Química da UFSCar como resultado de reformulações curriculares. Cumpre observar que a integração das disciplinas no currículo novo – bem como a oferta pela mesma docente do curso de Licenciatura do Departamento de Química – proporcionou uma oportunidade singular aos discentes para a reflexão mais crítica, contextualizada e sistêmica sobre a Química e a Educação Química no tempo e espaço curriculares.

A partir das interfaces entre educação científica CTSA e Teoria Crítica, retomamos as questões de pesquisa, a saber: os sentidos que os licenciandos e licenciandas atribuem às experiências formativas oportunizadas pelas disciplinas, os sentidos (re) construídos e as potencialidades.

Observamos que elas propiciaram aos estudantes o desvelamento e a problematização das controvérsias por meio da resolução de questões sociocientíficas. A reflexão sobre o próprio processo de ensino e aprendizagem também foi oportunizada, desenvolvendo a autocrítica e o autoconhecimento ao longo do percurso formativo.

As metodologias proporcionaram autonomia na construção dos conhecimentos, possibilitando diferentes experiências e outros olhares para a formação docente. Estar em um curso de Licenciatura e vivenciar as atividades com a coerência teórica e metodológica condizente com as demandas educacionais contemporâneas propicia o estímulo profissional,

⁵⁶ ADORNO, T. Educação após Auschwitz. In: ADORNO, T. *Educação e Emancipação*. Tradução de Wolfgang Leo Maar. São Paulo: Paz e Terra, 1995.

expectativas e percepções mais atentas à docência, principalmente considerando sua desvalorização e as questões que perpassam o constituir-se professor e professora.

Os estudos de caso e projetos preocuparam-se com a participação ativa dos estudantes da Educação Básica, desde a consciência sobre os objetivos e a sequência aos desenvolvimentos das atividades. Diferentes ferramentas e metodologias basearam-se em dinâmicas cooperativas, respeitosas e com a representação de diferentes vozes. Alguns trabalhos problematizaram as controvérsias que estavam em evidência à época, como o caso **Férias oleosas**, que abordou as manchas de óleo no litoral do nordeste brasileiro, e os projetos **Metalmorfose: conhecendo os metais e a tabela periódica** e **Energia nuclear: salvação ou destruição?**, onde o rompimento das barragens em Brumadinho e Mariana foi revisitado.

Verificamos dificuldade em trabalhar os conhecimentos químicos nos estudos de caso – elaborados em *Introdução à Química Verde*, enquanto que alguns estudantes de *Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química* demonstraram que o obstáculo estava na contextualização dos conteúdos, aproximando as sequências didáticas de aulas expositivas seguidas de exercícios de vestibular e/ou Enem.

Isso foi refletido no decorrer do semestre por meio de questionamentos e mobilizações mais próximas dos pressupostos dialogados nas aulas e também nesta pesquisa. De acordo com nossas análises, as perspectivas dos discentes revelam a dualidade existente entre a teoria apreendida na universidade e a prática pedagógica materializada nos espaços escolares, mas consideramos que o processo de elaboração dos trabalhos tenha sido fundamental por permitir perceber-se professor ou professora, provocar, reconstruir e movimentar-se.

Observamos o comprometimento e a dedicação dos licenciandos e licenciandas durante as atividades – exceto na leitura dos textos, com reclamações e até mesmo a percepção do pouco compromisso nesse momento. Ainda que os estudantes de *Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química* tenham demonstrado maior compreensão sobre a relevância da tarefa, conjecturamos que a atitude possa ser o reflexo do que Türcke (2010) descreve como distração concentrada; trata-se de uma característica que se (re) afirma pelo ritmo acelerado com que as relações são estabelecidas na cultura digital, seja na sociabilidade dos sujeitos, na aquisição de bens, serviços e informações ou na própria percepção da vida. Não há tempo de descanso, pausas e tampouco atenção e consciência que sobreviva aos estímulos que nos são despejados a todo instante.

Somando-se a isso, observamos a necessidade de “digitalizarmos” as experiências e ações cotidianas por meio das ferramentas digitais, utilizando-as nas práticas educativas sem preocupações teóricas e metodológicas. Problematizamos essa percepção em diferentes

situações, principalmente em *Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química*, mas ainda verificamos (em menor número) visões fetichizadas acerca das TIC em algumas autoavaliações e no projeto **Aven-Tec**.

De forma contrária, trabalhos como **Água para todos** e **Água: poluição, tratamentos e preservação**, elaborados na referida disciplina, utilizaram as redes sociais para promover o engajamento e a conscientização dos estudantes da Educação Básica e da comunidade externa à escola. Em **Bioplástico: é tech, é pop, é tudo?** também observamos relatos positivos sobre o uso do celular durante a aplicação da sequência didática na 3ª série do Ensino Médio.

Tais perspectivas fundamentam as atividades em locais e tempos definidos e extraem as potencialidades emancipatórias das controvérsias. Ao pensarmos que a essência e a aparência se confundem na *timeline* do *Facebook* e *Instagram* em um misto de controle e espetáculo, a apropriação crítica possibilita transcender suas tutelas e sair da minoridade (KANT, 1974). Semelhantemente, manusear o celular em sala de aula na cultura da distração concentrada significa compreendê-lo como instrumento pedagógico com propósitos claros e delimitados, oportunizando aos sujeitos se apropriarem do objeto e não o contrário.

Refletir sobre os processos educativos na perspectiva da Teoria Crítica representa apreender os obstáculos à luz do que eles poderiam ser, na distância que separa teoria e prática pedagógica. Representa ainda pensar a formação docente como uma práxis autorreflexiva sobre a realidade, suas incertezas e controvérsias, extraíndo as possibilidades do “giz e lousa” ao mesmo tempo em que novos horizontes são desenvolvidos.

Além disso, discussões sobre a cultura digital são essenciais não apenas no uso dos recursos no currículo, mas na reflexão sobre as relações estabelecidas, pressupostos e determinações que modificam e são modificados pelos aparatos. Significa o uso não fetichizado, que impede a efetividade dos potenciais emancipatórios por coisificar as pessoas e torná-las a “Coisa da Internet”. Trata-se de atividades mais dinâmicas, colaborativas e solidárias, sem esquecer as “comuns” que igualmente oportunizam mobilizações, como a leitura atenta e concentrada.

As perspectivas que surgem desta pesquisa oportunizam a compreensão da formação docente em Química à luz da educação científica crítica CTSA. Esse encontro de horizontes consiste em olhar a profissionalização a partir da distância que separa teoria e prática, com problemas locais e soluções possíveis (ZUIN; GOMES, 2020). O caminho é longo e desafiador, pois Auschwitz continua se perpetuando de diferentes maneiras (sutis ou não) e nos impedindo de *ser mais*. Acreditamos na possibilidade dessas construções por meio da reflexão, da criticidade e do protagonismo ético na formação dos sujeitos. Os obstáculos são

muitos e perpassam a simples aquisição de conhecimentos, técnicas científicas e slogans “esverdeados” (ZUIN; PACCA, 2013; ZUIN *et al.*, 2021; ZUIN; KÜMMERER, 2021).

Sem pretender concluir, não poderia encaminhar as palavras finais sem parafrasear Paulo Freire, dizendo que ter esperança em contextos tão desiguais é um ato revolucionário. Nesta pesquisa apresentamos algumas possibilidades de transformação, seja para a profissionalização docente em Química ou, indo mais além, para construirmos um mundo mais equitativo e respeitoso por meio de uma formação que desvele e questione as controvérsias; trata-se de *esperanças*, do verbo esperar, para (Re) Existirmos *por* e *com* outros *Brasis*.

REFERÊNCIAS

- ADORNO, T. A indústria cultural. In: COHN, Gabriel. (Org.). *Theodor W. Adorno, coleção grandes cientistas sociais*. São Paulo: Ática, 1994, p. 92-99.
- ADORNO, T. Teoria da semiformação. In: PUCCI, B.; ZUIN, A. A. S.; LASTÓRIA, L. A. C. B. (Orgs.). *Teoria crítica e inconformismo: novas perspectivas de pesquisa*. Campinas: Autores Associados, 2010. p. 7-40.
- ADORNO, T.; HORKHEIMER, M. *Dialética do Esclarecimento: fragmentos filosóficos*. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.
- ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. *Green Chemistry: theory and practice*. New York: Press, 1998.
- BACHELARD, G. *A poética do espaço*. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. (Orgs.). *Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Madrid: Organização dos Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), 2003.
- BENCZE, L.; POULIOT, C.; PEDRETTI, E.; SIMONNEAUX, L.; SIMONNEAUX, J.; ZEIDLER, D. SAQ, SSI and STSE education: defending and extending “science-in-context”. *Cultural Studies of Science Education*, v. 15, p. 825-851, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11422-019-09962-7>. Acesso em: 05 jan. 2021.
- BORREDA, L. M.; PEÑA, A. V. Química verde y sostenibilidad en la educación en ciencias en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 34, n. 2, p. 25-42, 2016. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v34-n2-mascarell-vilches/399257>. Acesso em: 13 dez. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena*. Brasília, DF, 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Resolução CNE/CP nº 2, de 19 de fevereiro de 2002*. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/outubro-2020-pdf/159251-rcp002-02/file>. Acesso em: 19 abr. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Resolução nº 1, de 17 de junho de 2004*. Brasília, DF, 2004. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/res012004.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2021.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. *Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007*. Brasília, DF, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6096.htm. Acesso em: 19 abr. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. *Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996*. Brasília, DF, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 19 abr. 2021.

BURNS, E. M. *História da Civilização Ocidental*. Tradução: Lourival Gomes Machado, Lourdes Gomes Machado, Leonel Vallandro. Porto Alegre: Globo, 1968.

CAAMAÑO, A. Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación Química*, México, v. 29, n. 1, p. 21-54, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v29n1/0187-893X-29-01-21.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2021.

CARVALHO, T. R.; LOPES, N. C. Raças humanas como questão sociocientífica (QSC): implicações na formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 27, p. 1-19, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320210030>. Acesso em: 20 mai. 2022.

CASTELLS, M. *A galáxia da internet: reflexões sobre a internet, os negócios e a sociedade*. Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

CLARIVATE. *Web of Science*. 2022. Disponível em: <https://clarivate.com/webofsciencelgroup>. Acesso em: 10 mai. 2022.

CEREZO, J. A. L. Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 20, p. 217-228. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/documentos/rie20a10.htm>. Acesso em: 18 mar. 2021.

CORRÊA, L. *Geração YouTube: uma mapeamento sobre o consumo e a produção de vídeos por crianças*. 2016. Disponível em: https://criancaeconsumo.org.br/wp-content/uploads/2018/09/Media-Lab_Luciana_Correa_2016.pdf. Acesso em: 10 abr. 2021.

CORDEIRO, F. *Obsolescência programada: a conspiração da lâmpada*. YouTube, 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BhjtxpRxmnA>. Acesso em: 10 mai. 2022.

DESCARTES, R. Discurso do método. In: DESCARTES, R. *Os Pensadores*. São Paulo: Abril Cultural, 1979. p. 37-79.

ERIC. *Frequently Asked Questions*. 2022. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?faq>. Acesso em: 10 mai. 2022.

FERNEDA, T.; PIERSON, A. H. C. O potencial educativo dos romances de ficção científica: leituras de Verne, Wells, Asimov e Clarke. *Pro-Posições*, Campinas, v. 31, p. 1-24, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pp/v31/1980-6248-pp-31-e20160067.pdf>. Acesso em 04 jan. 2021.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 23, n. 79, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/es/v23n79/10857.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2021.

- FIGUEIREDO, M. C.; ROCHA, Z. F. D. C.; DUTRA, A. CTSA approach in education: opportunities and challenges in continuing education teachers. *HOLOS*, ano 32, v. 2, p. 373-388, 2016. Disponível em: <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/3522/1455>. Acesso em: 05 jan. 2021.
- FLICK, U. *Introdução à pesquisa qualitativa*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FLÓREZ, D. J. L.; ZULUAGA, C. P. N. Tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación en ciencias. *Praxis & Saber*, Tunja, v. 11, n. 27, p. 1-16, 2020. Disponível em: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis_saber/article/view/5215/4567. Acesso em: 06 jan. 2021.
- GANHOR, J. P. O rap na educação científica e tecnológica. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 25, n. 1, p. 163-180, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v25n1/1516-7313-ciedu-25-01-0163.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2021.
- FOUCAULT, M. O que são as luzes? In: FOUCAULT, M. *Ditos e Escritos II*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2000. p. 335-351.
- FREIRE, P. *Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos*. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 67. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.
- FREITAG, B. *A teoria crítica: ontem e hoje*. 5 ed. São Paulo: Brasiliense, 2004.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GOMES, C. J. C.; ZUIN, V. G. Por uma escola plural, integrada e com partidos. *Revista FAEEBA – Educação e Contemporaneidade*, Salvador, v. 29, n. 58, p. 78-90, 2020. Acesso em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeaba/article/view/8986/pdf>. Acesso em: 14 abr. 2021.
- GOMES, C. J. C.; ZUIN, V. G. *Sapere aude: a química verde como possibilidade à formação emancipatória dos sujeitos*. *Revista Brasileira de Ensino de Química*, v. 14, p. 71-82, 2019.
- GRESPLAN, J. *Marx: uma introdução*. São Paulo: Boitempo, 2021.
- GRESCH, H.; HASSELHORN, M.; BÖGEHOLZ, S. Training in decision-making strategies: an approach to enhance students' competence to deal with socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, v. 35, n. 15, p. 2587-2607, 2013. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2011.617789>. Acesso em: 05 jan. 2021.
- HAN, H.; JEONG, C. Improving epistemological beliefs and moral judgment through an STS-based science ethics education program. *Science and Engineering Ethics*, v. 20, n. 1, p. 197-220, 2013. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11948-013-9429-4>. Acesso em: 05 jan. 2021.

HORKHEIMER, M. Teoria tradicional e teoria crítica. In: HORKHEIMER, M. *Os Pensadores*. 2 ed. São Paulo: Abril Cultural, 1980. p. 117-161.

INSTITUTO TRATA BRASIL 2020. *Painel Saneamento Brasil*. São Paulo, 2020. Disponível em:

<https://www.painelsaneamento.org.br/explore/ano?SE%5Ba%5D=2018&SE%5Bo%5D=a>. Acesso em: 14 abr. 2021.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC). *Green chemistry in higher education*. Disponível em: https://iupac.org/projects/project-details/?project_nr=2013-041-3-300. Acesso em: 14 abr. 2021

KANT, I. Resposta à pergunta: o que é “esclarecimento” (*Aufklärung*)? In: KANT, I. *Immanuel Kant – textos seletos*. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1974. p. 100-117.

KANT, I. *Sobre a pedagogia*. Tradução de Francisco Cock Fontanella. 2. ed. Piracicaba: Editora Unimep, 1999.

KONDRAT, H.; MACIEL, M. D. Educação ambiental para a escola básica: contribuições para o desenvolvimento da cidadania e da sustentabilidade. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 55, p. 825-846, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/v18n55/02.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2021.

LEE, Y. C. When technology, science and culture meet: insights from ancient Chinese technology. *Cultural Studies of Science Education*, v. 13, n. 2, p. 485-515, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11422-017-9805-5>. Acesso em 05 jan. 2021.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. *Revista Katálysis*, Florianópolis, v. 10, n. esp., p. 37-45, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rk/v10nspe/a0410spe.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2022.

LIRA, A. C. M.; YAEGASHI, S. F. R.; DOMINICO, E. Disfarça-me que te devoro: *youtubers* mirins, consumo e semiformação da criança. *Revista Ibero-Americana de estudos em Educação*, Araraquara, v. 14, n. esp. 4, p. 1960-1976, dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/12921/8690>. Acesso em: 10 abr. 2021.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. D. E. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 2 ed. Rio de Janeiro: EPU, 2020.

MAAR, W. L. À guisa de introdução: Adorno e a experiência formativa. In: ADORNO, T. *Educação e Emancipação*. Tradução de Wolfgang Leo Maar. São Paulo: Paz e Terra, 1995. p. 11-28

MARKS, R.; STUCKEY, M.; BELOVA, N.; EILKS, I. The societal dimension in German science education – from tradition towards selected cases and recent developments. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, v. 10, n. 4, p. 285-296, 2014. Disponível em: <https://www.ejmste.com/download/the-societal-dimension-in-german->

[science-education-from-tradition-towards-selected-cases-and-4314.pdf](#). Acesso em: 05 jan. 2021.

MARTÍN, J. M. P.; TORIJA, B. B. Experiencias para una alfabetización científica que promueva la justicia ambiental en distintos niveles educativos. *Revista Internacional de Educación para La justicia social (RIEJS)*, Madrid, v. 7, n. 1, p. 119-140, 2018. Disponível em: <https://revistas.uam.es/riejs/article/view/9582/9759>. Acesso em: 05 jan. 2021.

MARX, K. *O capital*, Livro I. São Paulo: Boitempo, 2011.

MELLO, F.; GOMES, S. I. A. A.; GIUSTI, E. D. Determinação do grau de saponificação de óleo residual: uma experiência no ensino de Química sob as perspectivas CTSA e química verde. *Educación Química*, México, v. 30, n. 1, p. 21-30, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v30n1/0187-893X-eq-30-01-21.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2021.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. *Análise Textual Discursiva*. 3 ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.

MOTA, F. G.; COMIOTTO, T.; RAULINO, F.; SANTOS, P. A.; DIAS, L. S. A. Análise da existência e abordagem da concepção de CTS em livros didáticos de química. *Brazilian Journal of Education, Technology and Society (BRAJETS)*, v. 13, n. 2, p. 190-200, 2020. Disponível em: <https://www.brajets.com/index.php/brajets/article/view/631/356>. Acesso em: 04 jan. 2021.

NIETZSCHE, F. Nietzsche: Sobre Verdade e Mentira no Sentido Extra-Moral. In: BARROS, F. M. (Org.). *Nietzsche: sobre verdade e mentira*. São Paulo: Hedra, 2007, p. 24-52.

NOBRE, M. *A teoria crítica*. Rio de Janeiro: Zahar, 2014.

NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR (NIC.br); CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO (Cetic.br). *TIC kids online Brasil: pesquisa sobre o uso da internet por crianças e adolescentes no Brasil*. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2021. Disponível em: https://www.nic.br/media/docs/publicacoes/2/20211125083634/tic_kids_online_2020_livro_e_letronico.pdf. Acesso em: 20 mai. 2022.

NUNES, A. O.; DANTAS, J. M. As relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA) e as atitudes dos licenciandos em química. *Educación Química*, México, v. 23, n. 1, p. 85-90, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v23n1/v23n1a15.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

OLIVEIRA, R. D. V. L.; QUEIROZ, G. R. P. C. As bonecas karajá e aulas de ciências: caminhos para a implementação da lei 11.645/08 e diálogo com os direitos humanos. *Revista Periferia*, Duque de Caxias, v. 7, n. 1, p. 107-125, 2015. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/periferia/article/view/21973/15952>. Acesso em: 06 jan. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Relatório Anual 2021*. Brasília, 14 abr. 2022. Disponível em: https://brasil.un.org/sites/default/files/2022-04/ONUBrasil_RelatorioAnual_2021_web.pdf. Acesso em: 20 mai. 2022.

PADILHA, F.; FACIOLI, L. Sociologia digital: apontamentos teórico-metodológicos para uma analítica das mídias digitais. *Ciências Sociais Unisinos*, São Leopoldo, v. 54, n. 3, p. 305-316, 2018. Disponível em: https://revistas.unisinos.br/index.php/ciencias_sociais/article/view/csu.2018.54.3.03/60746746. Acesso em: 31 ago. 2022.

PAULA, M. C. *A prática pedagógica na formação de professores com uso de TDIC sob o foco das objetivações de Agnes Heller*: Brasil e Portugal num estudo de caso múltiplo integrado. 2018. 370 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

PETIT, M. F.; SOLBES, J.; TORRES, N. Y. El cine de ciencia ficción para desarrollar cuestiones sociocientíficas y el pensamiento crítico. *Práxis & Saber*, Tunja, v. 12, n. 29. p. 1-22, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n29.2021.11550>. Acesso em: 19 mai. 2022.

PORRO, S. La formación del profesorado en ciencias exactas y naturales: perspectiva ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Cuadernos de La Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales*, Bernal, n. 51, p. 99-110, 2017. Disponível em: <http://revista.fhycs.unju.edu.ar/revistacuadernos/index.php/cuadernos/article/view/280/359>. Acesso em: 05 jan. 2021.

QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. O. (Orgs.). *Estudos de caso no ensino de ciências naturais*. São Carlos: Art Point Gráfica e Editora, 2016.

RIFKIN, J. *Sociedade com custo marginal zero*. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda, 2016.

ROSO, C. C.; AULER, D. A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 22, n. 2, p. 371-389, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v22n2/1516-7313-ciedu-22-02-0371.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

SANTOS, B. S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, Coimbra, v. 78, p. 3-46, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/nec/n79/04.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2022.

SARRIAS, J. S.; SANABRIA, A. E. R. Catalizando aprendizajes: estrategias metodológicas basadas en las propuestas CTS y ESPC para la enseñanza de la catálisis. *Tecné, Episteme y Didaxis*: TED, Bogotá, n. 45, p. 207-215, 2019. Disponível em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9848/7152>. Acesso em: 07 jan. 2021.

SCIELO. *Modelo de publicação eletrônica para países em desenvolvimento*. 2019.

Disponível em: https://wp.scielo.org/wp-content/uploads/Modelo_SciELO.pdf. Acesso em: 10 mai. 2022.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n1/1516-7313-ciedu-21-01-0065.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

SOLLI, A.; MÄKITALO, Å.; HILLMAN, T. Rendering controversial socioscientific issues legible through digital mapping tools. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, v. 13, p. 391-418, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11412-018-9286-x>. Acesso em: 07 jan. 2021.

SOUSA, R. S.; GALIAZZI, M. C. O jogo da compreensão na análise textual discursiva em pesquisas na educação em ciências: revisitando quebra-cabeças e mosaicos. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 24, n. 3, p. 799-814, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320180030016>. Acesso em: 2 mai. 2022.

STOLZ, M.; WITTECK, T.; MARKS, R.; EILKS, I. Reflecting socio-scientific issues for science education coming from the case of curriculum development on doping in chemistry education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, v. 9, n. 4, p. 361-370, 2013. Disponível em: <https://www.ejmste.com/download/reflecting-socio-scientific-issuesfor-science-education-coming-fromthe-case-of-curriculumdevelopment-4278.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2021.

STORCH, J. Gucci lança tênis por menos de R\$ 50 e com entrega imediata. *Exame*, São Paulo, 24 mar. 2021. Disponível em: <https://exame.com/casual/gucci-lanca-tenis-por-menos-de-r-50-com-entrega-imediata/>. Acesso em: 10 abr. 2021.

STRIEDER, R. B.; TORIJA, B. B.; QUILEZ, M. J. G. Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, v. 35, n. 3, p. 29-49, 2017. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v35-n3-strieder-bravo-gil/419794>. Acesso em: 05 jan. 2021.

TÜRCKE, C. *Hiperativos! Abaixo a cultura do déficit de atenção*. São Paulo: Paz e Terra, 2016.

TÜRCKE, C. *Sociedade excitada: filosofia da sensação*. Campinas: Editora da Unicamp, 2010.

UNITED NATIONS (UN). *The 17 goals*. 2015. Disponível em: <https://www.globalgoals.org/goals/>. Acesso em: 30 mai. 2022.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). *Global Chemicals Outlook II*. Disponível em: <https://www.unenvironment.org/explore-topics/chemicals-waste/what-we-do/policy-and-governance/global-chemicals-outlook>. Acesso em: 14 abr. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). Departamento de Química. *Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química*, São Carlos, 2016, 155 p.

VALLADARES, L. Post-truth and education. *Science & Education*, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00293-0>. Acesso em: 19 mai. 2022.

VASQUEZ, L. G.; LÓPEZ, C. R. H.; MUJICA, D. Experiencia de educación ambiental para la sostenibilidad con el enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS). *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, Rio Grande do Sul, v. 37, n. 3, p. 184-207, 2020. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/11316/7725>. Acesso em: 05 jan. 2021.

VEIGA-NETO, A. É preciso ir aos porões. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 50, p. 267-284. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/v17n50/v17n50a02>. Acesso em: 18 mar. 2021.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D. Educación para un nuevo orden socio-ambiental: reflexiones acerca del futuro del Seminario Ibero-americano CTS. In: SEMINÁRIO IBEROAMERICANO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 2010. Brasília. *Anais...* Brasília: AIA-CTS, 2010.

WERLANG, J. PEREIRA, P. B. Educação do campo, CTS, Paulo Freire e currículo: pesquisas, confluências e aproximações. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 27, p. 1-19, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320210016>. Acesso em: 19 mai. 2022.

WORLD BANK. *Poverty*. 2022. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/topic/poverty/overview>. Acesso em: 01 ago. 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) AND THE UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (UNICEF). *Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baseline*. Genebra, 12 jul. 2017. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/258617/9789241512893-eng.pdf;jsessionid=325A37D4ADB507AA70A31921128D6BC9?sequence=1>. Acesso em: 14 abr. 2021.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e método*. Tradução de Daniel Grassi. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZABALZA, M. A. *Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional*. Tradução de Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ZANOTTO, R. L.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 22, n. 3, p. 727-740, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v22n3/1516-7313-ciedu-22-03-0727.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2021.

ZOELLNER, B. P.; CHANT, R. H.; WOOD, K. "But aren't diesel engines Just for big, smelly trucks?" Na interdisciplinary curriculum Project for high school chemistry students. *Journal of Chemical Education*, v. 91, n. 4, p. 497-504, 2014. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ed300856f>. Acesso em: 04 jan. 2021.

ZUIN, A. A. S.; ZUIN, V. G. A indústria cultural na era da tela onipresente. *Cadernos de Pesquisa: Pensamento Educacional*, Curitiba, v. 14, n. 36, p. 89-104, 2019. Disponível em: <https://interin.utp.br/index.php/a/article/view/2090/1792>. Acesso em: 10 abr. 2021.

ZUIN, V. G. Beyond the introduction to green chemistry: building bridges towards a new interdisciplinary module for Brazilian teacher education in Chemistry. In: EILKS, I.; MARKIC, S.; RALLE, B. (Eds.). *Building bridges across disciplines for transformative education and a sustainable future*. Maastricht: Shaker Verlag, 2018. p 163-173.

ZUIN, V. G.; EILKS, I.; ELSCHAMI, M.; KÜMMERER, K. Education in green chemistry and in sustainable chemistry: perspectives towards sustainability. *Green Chemistry*, v. 23, p. 1594-1608, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/D0GC03313H>. Acesso em: 20 jun. 2022.

ZUIN, V. G.; GOMES, C. J. C. Sustainability and Green Chemistry Education: innovative and contextualized experiences from the undergraduate chemistry courses at the Federal University of São Carlos, Brazil. *ACS Symposium Series*, v. 1344, p. 97-110, 2020. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bk-2020-1344.ch008>. Acesso em: 30 mai. 2022.

ZUIN, V. G.; KÜMMERER, K. Towards more sustainable curricula. *Nature Reviews Chemistry*, v. 5, p. 76-77, 2021. Acesso em: <https://www.nature.com/articles/s41570-021-00253-w>. Acesso em: 20 jun. 2022.

ZUIN, V. G.; PACCA, J. Formación docente en Química y ambientación curricular: estudio de caso en una institución de enseñanza superior brasileña. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 31, n. 1, p. 79-93, 2013. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285705/373677>. Acesso em: 13 dez. 2021.

ZUIN, V. G.; STAHL, A. M.; ZANOTTI, K.; SEGATTO, M. L. Green and sustainable chemistry in Latin America: which type of research is going on? And for what? *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, v. 25, p. 100379, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2452223620300687?via%3Dihub>. Acesso em: 14 abr. 2021.

ZUIN, V. G.; ZUIN, A. A. S. Lembrar para elaborar: reflexão sobre a alfabetização crítica da mídia digital. *Pro-Posições*, v. 28, n. 1, p.213-234, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pp/v28n1/1980-6248-pp-28-01-00213.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2021.

ZUIN, V. G.; ZUIN, A. A. S. O celular na escola e o fim pedagógico. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 39, n. 143, p. 419-435, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/ES0101-73302018191881>. Acesso em: 13 mai. 2022.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Lista de artigos utilizados na pesquisa bibliográfica

ALMEIDA, E. S.; GEHLEN, S. T. Organização curricular na perspectiva Freire-CTS: propósitos e possibilidades para a educação em ciências. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 21, p. 1-24, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v21/1983-2117-epec-21-e11994.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2021.

ANDRADE, M. A. S.; CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F.; ALMEIDA, R. O. Agrotóxicos como questão sociocientífica na educação CTSA. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, Rio Grande do Sul, v. 33, n. 1, p. 171-191, 2016. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/5378/3602>. Acesso em: 05 jan. 2021.

BARBOSA, L. C. A.; BAZZO, W. A. O uso de documentários para o debate ciência-tecnologia-sociedade (CTS) em sala de aula. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 15, n. 3, p. 149-161, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v15n3/1983-2117-epec-15-03-00149.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

BARBOSA, L. G. D’C.; LIMA, M. E. C. C.; MACHADO, A. H. Controvérsias sobre o aquecimento global: circulação de vozes e de sentidos produzidos em sala de aula. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, p. 113-130, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v14n1/1983-2117-epec-14-01-00113.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2021.

BARROS, R. L.; SOUZA, A. C. R. Ciência, tecnologia e sociedade e suas interações no contexto educacional brasileiro. *Nuances: estudos sobre Educação*, Presidente Prudente, v. 30, n. 1, p. 157-171, 2019. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/6712/pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

BENCZE, L.; POULIOT, C.; PEDRETTI, E.; SIMONNEAUX, L.; SIMONNEAUX, J.; ZEIDLER, D. SAQ, SSI and STSE education: defending and extending “science-in-context”. *Cultural Studies of Science Education*, v. 15, p. 825-851, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11422-019-09962-7>. Acesso em: 05 jan. 2021.

BOERWINKEL, D. J.; SWIERSTRA, T.; WAARLO A. J. Reframing and articulating socio-scientific classroom discourses on genetic testing from an STS perspective. *Science & Education*, v. 23, n. 2, p. 485-507, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-012-9528-7>. Acesso em: 04 jan. 2021.

BORREDA, L. M.; PEÑA, A. V. Química verde y sostenibilidad en la educación en ciencias en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 34, n. 2, p. 25-42, 2016. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v34-n2-mascarell-vilches/399257>. Acesso em: 07 jan. 2021.

BRITO, L. S.; FERREIRA, L. N. A. Análise de discursos de estudantes de ensino superior sobre radiatividade e suas relações ciência-tecnologia-sociedade. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Bogotá, v. 16, n. 2, p. 328-345, 2021. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/16262/16820>. Acesso em: 20 mai. 2022.

CAAMAÑO, A. Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación Química*, México, v. 29, n. 1, p. 21-54, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v29n1/0187-893X-01-29-01-21.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2021.

CABRERA, C.; DAVYT, A. Aprendizaje cooperativo en estudiantes de ciencias exactas y naturales: el “Programa Compromiso Educativo”. *Revista Iberoamericana de Educación*, Madrid, v. 67, n. 1, p. 203-216. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/expe/6739Cabrera.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2021.

CARVALHO, T. R.; LOPES, N. C. Raças humanas como questão sociocientífica (QSC): implicações na formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 27, p. 1-19, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320210030>. Acesso em: 20 mai. 2022.

CHIARO, S.; AQUINO, K. A. S. Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 411-426, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ep/v43n2/1517-9702-ep-43-2-0411.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2021.

CHULIÁ-JORDÁN, R.; PEÑA, A. V.; LLINARES, M. C. The press as a resource for promoting sustainability competencies in teacher training: the case of SDG 7. *Sustainability*, v. 14, n. 2, p. 1-17, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14020857>. Acesso em: 20 mai. 2022.

DIONÍSIO, R. B.; CHRISPINO, A.; CARVALHO, A. P. M.; MENEZES, R. F. A.; XAVIER, G. P. O. Representatividade de Paulo Freire no ensino de CTS brasileiro: olhares por meio da análise de redes sociais. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Bogotá, v. 15, n. 3, p. 460-476, 2020. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/14895/16350>. Acesso em: 05 jan. 2021.

FERNEDA, T.; PIERSON, A. H. C. O potencial educativo dos romances de ficção científica: leituras de Verne, Wells, Asimov e Clarke. *Pro-Posições*, Campinas, v. 31, p. 1-24, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pp/v31/1980-6248-pp-31-e20160067.pdf>. Acesso em 04 jan. 2021.

FIGUEIREDO, M. C.; ROCHA, Z. F. D. C.; DUTRA, A. CTSA approach in education: opportunities and challenges in continuing education teachers. *HOLOS*, ano 32, v. 2, p. 373-388, 2016. Disponível em: <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/3522/1455>. Acesso em: 05 jan. 2021.

FIRME, R. N. Abordagem ciência-tecnologia-sociedade no ensino de ciências: de qual tecnologia estamos falando desde esta perspectiva em nossa prática docente?. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Bogotá, v. 15, n. 1, p. 65-82, 2020. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/14300/15456>. Acesso em: 07 jan. 2021.

FLÓREZ, D. J. L.; ZULUAGA, C. P. N. Tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación en ciencias. *Praxis & Saber*, Tunja, v. 11, n. 27, p. 1-16, 2020. Disponível em: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis_saber/article/view/5215/4567. Acesso em: 06 jan. 2021.

FREITAS, N. M. S.; MARQUES, C. A. Abordagens sobre sustentabilidade no ensino CTS: educando para a consideração do amanhã. *Educar em Revista*, Curitiba, v. 33, n. 65, p. 219-235, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/er/n65/0104-4060-er-65-00219.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2021.

FREITAS, N. M. S.; MARQUES, C. A. Sustentabilidade e CTS: o necessário diálogo na/para a educação em ciências em tempos de crise ambiental. *Educar em Revista*, Curitiba, v. 35, n. 77, p. 265-282, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/er/v35n77/1984-0411-er-35-77-0265.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2021.

GANHOR, J. P. O rap na educação científica e tecnológica. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 25, n. 1, p. 163-180, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v25n1/1516-7313-ciedu-25-01-0163.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2021.

GRESCH, H.; HASSELHORN, M.; BÖGEHOLZ, S. Training in decision-making strategies: an approach to enhance students' competence to deal with socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, v. 35, n. 15, p. 2587-2607, 2013. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2011.617789>. Acesso em: 05 jan. 2021.

GUERRA, A. C. O.; TURCI, C. C.; FRANCISCO, T. V.; SANTOS, F. L.; RODRIGUES, U. S. A.; RODRIGUES, F. S.; COLLIN, B. C.; SANTOS, M. A. A. S.; CONCEIÇÃO, F. D.; LIMA, M. T.; NÓBREGA JÚNIOR, E. D.; SANTOS, P. M. L.; SILVA, J. F. M. O laboratório didático de química (LaDQuim): um espaço não-formal de ensino do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro para a promoção do letramento científico e da formação cidadã. *Revista Virtual de Química*, Niterói, v. 7, n. 3, p. 903-914, 2015. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v7n3a10.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2021.

HAN, H.; JEONG, C. Improving epistemological beliefs and moral judgment through an STS-based science ethics education program. *Science and Engineering Ethics*, v. 20, n. 1, p. 197-220, 2013. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11948-013-9429-4>. Acesso em: 05 jan. 2021.

HANSEN, T. R.; MARSANGO, D.; SANTOS, R. A. A presença da não neutralidade da ciência-tecnologia em literatura sobre a educação básica. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Bogotá, v. 16, n. 2, p. 238-254, 2021. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/15823/16814>. Acesso em: 20 mai. 2022.

HANSEN, T. R.; MARSANGO, D.; SANTOS, R. A. Práticas educativas CTS e educação ambiental na problematização dos valores presentes no direcionamento dado ao desenvolvimento científico-tecnológico. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, Rio Grande do Sul, n. 2, p. 118-129, 2019. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/8885/5708>. Acesso em: 05 jan. 2021.

HODSON, D. Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, v. 13, n. 4, p. 313-331, 2013. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1080/14926156.2013.845327>. Acesso em: 07 jan. 2021.

HODSON, D. Going beyond STS education: building a curriculum for sociopolitical activism. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*. Canadá, v. 20, p. 592-622, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42330-020-00114-6>. Acesso em: 20 mai. 2022.

KING, D. New perspectives on context-based chemistry education: using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. *Studies in Science Education*, v. 48, n. 1, p. 51-87, 2012. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03057267.2012.655037>. Acesso em: 07 jan. 2021.

KONDRAT, H.; MACIEL, M. D. Educação ambiental para a escola básica: contribuições para o desenvolvimento da cidadania e da sustentabilidade. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 55, p. 825-846, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/v18n55/02.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2021.

LEE, Y. C. When technology, science and culture meet: insights from ancient Chinese technology. *Cultural Studies of Science Education*, v. 13, n. 2, p. 485-515, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11422-017-9805-5>. Acesso em 05 jan. 2021.

MARCOS-MERINO, J. A.; GALLEGRO, R. E.; ALDA, J. G. O. Extracción de ADN con material cotidiano: desarrollo de una estrategia interdisciplinar a partir de sus fundamentos científicos. *Educación Química*, México, v. 30, n. 1, p. 58-68, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v30n1/0187-893X-eq-30-01-58.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2021.

MARKS, R.; STUCKEY, M.; BELOVA, N.; EILKS, I. The societal dimension in German science education – from tradition towards selected cases and recent developments. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, v. 10, n. 4, p. 285-296, 2014. Disponível em: <https://www.ejmste.com/download/the-societal-dimension-in-german-science-education-from-tradition-towards-selected-cases-and-4314.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

MARTÍN, J. M. P.; TORIJA, B. B. Experiencias para una alfabetización científica que promueva la justicia ambiental en distintos niveles educativos. *Revista Internacional de Educación para La justicia social (RIEJS)*, Madrid, v. 7, n. 1, p. 119-140, 2018. Disponível em: <https://revistas.uam.es/riejs/article/view/9582/9759>. Acesso em: 05 jan. 2021.

MARTÍNEZ, L. F. Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis*: TED, Bogotá, n. 36, p. 77-94, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n36/n36a06.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2021.

MELLO, F.; GOMES, S. I. A. A.; GIUSTI, E. D. Determinação do grau de saponificação de óleo residual: uma experiência no ensino de Química sob as perspectivas CTSA e química verde. *Educación Química*, México, v. 30, n. 1, p. 21-30, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v30n1/0187-893X-eq-30-01-21.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

MONNIER, V.; PHANER-GOUTORBE, M. Science and cooking: a fun approach to learning during teaching. *Science Teacher*, v. 89, n. 1, p. 34-83, 2021. Disponível em: <https://www.nsta.org/science-teacher/science-teacher-septemberoctober-2021/science-and-cooking>. Acesso em: 19 mai. 2021.

MORALES, A. R.; GÓMEZ, R. M.; GONZÁLEZ, J. L. A. La educación ciencia-tecnología-sociedad: una propuesta de inclusión en la clase de ciencias naturales. *Revista Conrado*, Cienfuegos, v. 12, n. 52, p. 99-105, 2016. Disponível em: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/287/286>. Acesso em: 07 jan. 2021.

MOTA, F. G.; COMIOTTO, T.; RAULINO, F.; SANTOS, P. A.; DIAS, L. S. A. Análise da existência e abordagem da concepção de CTS em livros didáticos de química. *Brazilian Journal of Education, Technology and Society (BRAJETS)*, v. 13, n. 2, p. 190-200, 2020. Disponível em: <https://www.brajets.com/index.php/brajets/article/view/631/356>. Acesso em: 04 jan. 2021.

NIEZER, T. M.; FOGGIATTO, R. M. C.; FABRI, F. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade no ensino de soluções químicas: estudo sobre o tratamento da água. *Revista Iberoamericana de Educación*, Madrid, v. 68, n. 1, p. 81-92, 2015. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/deloslectores/6855.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2021.

NUNES, A. O.; DANTAS, J. M. As relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA) e as atitudes dos licenciandos em química. *Educación Química*, México, v. 23, n. 1, p. 85-90, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v23n1/v23n1a15.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

OLIVEIRA, J. M.; CERQUEIRA, L. L. M. Abordagem CTS no ensino de ciências: um estudo a partir de teses e dissertações. *Revista Eletrônica Pesquiseeduca*, Santos, v. 13, n. 32, p. 1262-1282, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unisantos.br/pesquiseeduca/article/view/1144/1003>. Acesso em: 19 mai. 2022.

OLIVEIRA, R. D. V. L.; QUEIROZ, G. R. P. C. As bonecas karajá e aulas de ciências: caminhos para a implementação da lei 11.645/08 e diálogo com os direitos humanos. *Revista Periferia*, Duque de Caxias, v. 7, n. 1, p. 107-125, 2015. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/periferia/article/view/21973/15952>. Acesso em: 06 jan. 2021.

PETIT, M. F.; SOLBES, J.; TORRES, N. Y. El cine de ciencia ficción para desarrollar cuestiones sociocientíficas y el pensamiento crítico. *Práxis & Saber*, Tunja, v. 12, n. 29, p. 1-

22, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n29.2021.11550>. Acesso em: 19 mai. 2022.

PORRO, S. La formación del profesorado en ciencias exactas y naturales: perspectiva ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Cuadernos de La Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales*, Bernal, n. 51, p. 99-110, 2017. Disponível em: <http://revista.fhycs.unju.edu.ar/revistacuadernos/index.php/cuadernos/article/view/280/359>. Acesso em: 05 jan. 2021.

RIBEIRO, T. V.; GENOVESE, L. G. R. O emergir da perspectiva de ensino por pesquisa de núcleos integrados no contexto da implementação de uma proposta CTSA no ensino médio. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 21, n. 1, p. 1-29, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n1/1516-7313-ciedu-21-01-0001.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2021.

RITTER, J.; MALDANER, O. A. CTS na situação de estudo: desenvolvimento de currículo e formação de professores. *Praxis & Saber*, Tunja, v. 6, n. 11, p. 195-214, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/prasa/v6n11/v6n11a09.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2021.

ROSO, C. C.; AULER, D. A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 22, n. 2, p. 371-389, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v22n2/1516-7313-ciedu-22-02-0371.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

SANTOS, M. S.; AMARAL, C. L. C.; MACIEL, M. D. Tema sociocientífico “cachaça” em aulas práticas de química na educação profissional: uma abordagem CTS. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v.14, n. 1, p. 227-239, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v14n1/1983-2117-epec-14-01-00227.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

SARRIAS, J. S.; SANABRIA, A. E. R. Catalizando aprendizajes: estrategias metodológicas basadas en las propuestas CTS y ESPC para la enseñanza de la catálisis. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, Bogotá, n. 45, p. 207-215, 2019. Disponível em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9848/7152>. Acesso em: 07 jan. 2021.

SAUCEDO, K. R. R.; PIETROCOLA, M. Características de pesquisas nacionais e internacionais sobre temas controversos na educação científica. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 25, n. 1, p. 215-233, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v25n1/1516-7313-ciedu-25-01-0215.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2021.

SAUNDERS, K. J.; RENNIE, L. J. A pedagogical model for ethical inquiry into socioscientific issues in science. *Research in Science Education*, v. 43, p. 253-274, 2013. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11165-011-9248-z>. Acesso em: 04 jan. 2021.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n1/1516-7313-ciedu-21-01-0065.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; ROCHA, R. J.; SILVA, S. C. F. A luz e os filtros solares: uma temática sociocientífica. *Revista Virtual de Química*, Niterói, v. 7, n. 1, p. 218-241, 2014. Disponível em: <http://rvqsub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/975/528>. Acesso em: 04 jan. 2021.

SOLBES, J. Cuestiones socio-científicas y pensamiento crítico: una propuesta para cuestionar las pseudociencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, Bogotá, n. 46, p. 81-99, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n46/0121-3814-ted-46-81.pdf>. Acesso em 04 jan. 2021.

SOLLI, A.; MÄKITALO, Å.; HILLMAN, T. Rendering controversial socioscientific issues legible through digital mapping tools. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, v. 13, p. 391-418, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11412-018-9286-x>. Acesso em: 07 jan. 2021.

SOUSA, P. S.; GEHLEN, S. T. Questões sociocientíficas no ensino de ciências: algumas características das pesquisas brasileiras. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 19, p. 1-22, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v19/1983-2117-epec-19-e2569.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

SOUZA, B. C.; VALADARES, J. M. O ensino de ciências a partir da temática mineração: uma proposta com enfoque CTS e três momentos pedagógicos. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 28, p. 1-16, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320220002>. Acesso em: 19 mai. 2022.

STOLZ, M.; WITTECK, T.; MARKS, R.; EILKS, I. Reflecting socio-scientific issues for science education coming from the case of curriculum development on doping in chemistry education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, v. 9, n. 4, p. 361-370, 2013. Disponível em: <https://www.ejmste.com/download/reflecting-socio-scientific-issuesfor-science-education-coming-fromthe-case-of-curriculumdevelopment-4278.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2021.

STRIEDER, R. B.; TORIJA, B. B.; QUILEZ, M. J. G. Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, v. 35, n. 3, p. 29-49, 2017. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v35-n3-strieder-bravo-gil/419794>. Acesso em: 05 jan. 2021.

VALLADARES, L. Post-truth and education. *Science & Education*, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00293-0>. Acesso em: 19 mai. 2022.

VASQUEZ, L. G.; LÓPEZ, C. R. H.; MUJICA, D. Experiencia de educación ambiental para la sostenibilidad con el enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS). *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, Rio Grande do Sul, v. 37, n. 3, p. 184-207, 2020. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/11316/7725>. Acesso em: 05 jan. 2021.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D. Ciencia de la sostenibilidad: ¿Una nueva disciplina o un nuevo enfoque para todas las disciplinas? *Revista Iberoamericana de Educación*, Madrid, v. 69, n. 1, p. 39-60, 2015. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/deloslectores/7025.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2021.

WERLANG, J. PEREIRA, P. B. Educação do campo, CTS, Paulo Freire e currículo: pesquisas, confluências e aproximações. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 27, p. 1-19, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320210016>. Acesso em: 19 mai. 2022.

ZANOTTO, R. L.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 22, n. 3, p. 727-740, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v22n3/1516-7313-ciedu-22-03-0727.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2021.

ZOELLNER, B. P.; CHANT, R. H.; WOOD, K. “But aren’t diesel engines Just for big, smelly trucks?” Na interdisciplinary curriculum Project for high school chemistry students. *Journal of Chemical Education*, v. 91, n. 4, p. 497-504, 2014. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ed300856f>. Acesso em: 04 jan. 2021.

ZUIN, V. G.; PACCA, J. Formación docente en Química y ambientación curricular: estudio de caso en una institución de enseñanza superior brasileña. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 31, n. 1, p. 79-93, 2013. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285705/373677>. Acesso em: 04 jan. 2021.

ANEXOS

ANEXO A – Modelo simplificado para a apresentação escrita dos estudos de caso

- 1. Estória:** Apresentação de uma estória cujo fim é aberto e que contenha uma ou mais questões a serem respondidas.
- 2. Características do caso:** Problema a ser resolvido, inclusive por meio da aplicação dos Princípios da Química Verde.
- 3. Contextualização do caso:** Apresentação do problema.
- 4. Fonte de inspiração na produção do caso:** Artigos de jornais, revistas, etc.
- 5. Proposta de aplicação do caso:** Público alvo, descrição das atividades a serem realizadas por aula, métodos, etc.
- 6. Recursos necessários para aplicação do caso:** Materiais, etc.
- 7. Conhecimentos, habilidades e atitudes em foco:** O que eu quero ensinar?
- 8. Resoluções sugeridas para o caso:** No mínimo três resoluções, destacando os Princípios da Química Verde aplicados.
- 9. Referências**
- 10. Anexos**

ANEXO B – Modelo simplificado para a apresentação escrita dos projetos

- 1. Introdução:** Sobre a atividade e o assunto abordado.
- 2. Objetivo:** O que eu quero ensinar? Para quem?
- 3. Justificativa:** Por que esse assunto é importante?
- 4. Metodologia:** Como a atividade foi pensada? Destacar o nome dos programas ou aplicativos utilizados.
- 5. Procedimentos:** Como os alunos devem fazer?
- 6. Considerações finais:**
Destacar o que já existe na literatura sobre o assunto (sobre o tema, desenho e aplicação de TIC relacionadas ao problema selecionado, potencialidades e limitações, etc.)
- 7. Referências**

ANEXO C – Questões da autoavaliação das disciplinas

1. Sua **expectativa** com relação à disciplina foi atendida?

() sim () não () mais ou menos

Justificativa:

2. Explícite quais foram os objetivos/metast da disciplina, segundo sua compreensão.

3. De acordo com seu entendimento, quais foram os **procedimentos didáticos** utilizados pela professora na disciplina? Foram adequados face aos objetivos/meta pretendidos (de acordo com sua compreensão, externada na questão 2)?

4. Quais foram, segundo seu julgamento, os **conteúdos** abordados na disciplina? Foram satisfatórios? E os textos selecionados? Você incluiria ou excluiria algum conteúdo? Explique qual (ais) e por quê.

5. Como você avalia a atuação do apoio técnico (TIC), PESCD e monitor? Faria alguma modificação?

6. Faça uma **autoavaliação (calcule a média)** com relação aos aspectos abaixo mencionados, usando as faixas de nota propostas, e justifique de modo geral as notas que se atribuiu.

Aspecto considerado	< 7,0	7,0	8,0	9,0	10,0
Participação nas discussões e outras atividades (seminários dos colegas, discussão, etc.) em aula					
Participação no desenvolvimento e aplicação dos estudos de caso					
Seminário dado por você à classe					
Leitura dos textos selecionados pela docente					
Compromisso com a própria aprendizagem					
Compromisso com a aprendizagem do coletivo (toda a classe/PESCDs e monitor)					
Aproveitamento geral na disciplina					

Justificativa:

ANEXO D – Matriz curricular da Licenciatura em Química (UFSCar)

1º PERÍODO	Técnicas Básicas em Química
	Fundamentos de Química
	Cálculo Diferencial e Integral 1
	Educação e Sociedade
2º PERÍODO	Leitura e Produção de Textos
	Química dos Elementos
	Introdução à Química de Soluções
	Cálculo Diferencial e Integral 2
3º PERÍODO	Biologia Geral 2
	Equilíbrio Químico: Fundamentos e Aplicações em Química Analítica
	História da Química A
	Física Geral 1
4º PERÍODO	Pesquisa Educacional em Química
	Química das Funções Orgânicas
	Análise Qualitativa e Quantitativa
	Física Geral 2
5º PERÍODO	Introdução à Estatística e Probabilidade
	Psicologia da Educação 1 – Aprendizagem
	Química Experimental dos Elementos
	Dinâmica das Reações Orgânicas
6º PERÍODO	Físico-Química A
	Física Experimental
	Didática Geral
	Psicologia do Desenvolvimento
7º PERÍODO	Química Experimental Orgânica
	Introdução a Química Verde
	Físico-Química B
	Política, Organização e Gestão da/na Educação Básica
8º PERÍODO	Metodologia do Ensino de Química
	Química das Biomoléculas 1
	Físico-Química Experimental A
	Experimentação na Educação Química
9º PERÍODO	Introdução a Química Ambiental
	Química de Coordenação
	Química das Biomoléculas 2
	Físico-Química C
10º PERÍODO	Estágio Supervisionado em Ensino de Química A
	Mineralogia Aplicada
	Orientação para Prática Profissional A
	Princípios de Química Instrumental
11º PERÍODO	Tecnologia da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química
	Estágio Supervisionado em Ensino de Química B
	Orientação para Prática Profissional B
	Didáticas e Educação das Relações Étnico-Raciais
12º PERÍODO	Estágio Supervisionado em Ensino de Química C
	Orientação para Prática Profissional C
	Introdução a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS)