

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DOUGLAS GUERHART DOS SANTOS

SOFTWARES E SIMULADORES EDUCACIONAIS NOS CURSOS DE
LICENCIATURA EM QUÍMICA DO ESTADO DO PARANÁ: MAPEANDO A
FORMAÇÃO E A PRÁTICA DOCENTE DOS PROFESSORES FORMADORES

CURITIBA

2024

DOUGLAS GUERHART DOS SANTOS

SOFTWARES E SIMULADORES EDUCACIONAIS NOS CURSOS DE
LICENCIATURA EM QUÍMICA DO ESTADO DO PARANÁ: MAPEANDO A
FORMAÇÃO E A PRÁTICA DOCENTE DOS PROFESSORES FORMADORES

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre Educação em Ciências e em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Valério

CURITIBA

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Santos, Douglas Guerhart dos

Softwares e simuladores educacionais nos cursos de licenciatura em química do estado do Paraná: mapeando a formação e a prática docente dos professores formadores / Douglas Guerhart dos Santos. – Curitiba, 2024.
1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática.

Orientador: Marcelo Valério

1. Professores-Formação. 2. Química – Estudo e ensino. I. Universidade Federal do Paraná. II. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática. III. Valério, Marcelo. IV . Título.

Bibliotecário: Leticia Priscila Azevedo de Sousa CRB-9/2029



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA - 40001016068P7

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **DOUGLAS GUERHART DOS SANTOS** intitulada: **SOFTWARES E SIMULADORES EDUCACIONAIS NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DO ESTADO DO PARANÁ: MAPEANDO A FORMAÇÃO E A PRÁTICA DE PROFESSORES/AS FORMADORES**, sob orientação do Prof. Dr. MARCELO VALERIO, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 29 de Fevereiro de 2024.

MARCELO VALERIO

Presidente da Banca Examinadora

AROLDO NASCIMENTO SILVA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

FABIANA PAULETTI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

Dedico este trabalho às vítimas da covid-19, seus familiares e amigos; aos cientistas, lideranças populares e todas as outras pessoas que não negaram a pandemia, e defenderam a importância das Ciências e das Universidades Públicas.

AGRADECIMENTOS

O conhecimento científico é construído por muitas mãos! Concebi esse trabalho graças ao apoio de muitas pessoas. Nunca estive sozinho nesta jornada.

Gostaria de agradecer aos meus pais, Maria Aparecida e José Roberto, pelo apoio oferecido quando eu disse que queria ser Mestre, mesmo que não saibam direito o que isso significa.

O que dizer dos meus fiéis companheiros? Como é bom ser contemplado com o amor desses seres incríveis. As horas de leitura, escrita, os dias de angústia, foram superados graças a vocês. Mel e Bily (*in memoriam*), muito obrigado por me escolherem <3. Eu amo vocês eternamente!

Ao Glauber Rezende, pelo apoio durante esta jornada. Eu sei que você sempre acreditou que isso seria possível.

À professora Doutora Fabiana Pauletti, e ao Professor Doutor Aroldo Nascimento da Silva, por disponibilizarem seu tempo para contribuir com a minha formação.

À professora Aline Viana, pelo suporte oferecido em uma fase da minha trajetória acadêmica.

A todos os amigos, que apoiaram e acreditaram que eu conseguiria, muito obrigado!

A todos os professores formadores que participaram da pesquisa e aos professores validadores do instrumento de coleta de dados.

Ao Professor Doutor Marcelo Valério, pelas contribuições e orientação, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES pela concessão da bolsa de estudos, ao PPGECEM e a Universidade Federal do Paraná pelo acolhimento.

OBRIGADO!

RESUMO

A indelével presença das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) na educação contemporânea tornou imperiosa sua reflexão, compreensão e instrumentalização durante a formação inicial de professores. No Ensino de Química, vários *softwares* e simuladores educacionais têm sido desenvolvidos e recomendados para o suporte à criação de modelos, demonstrações, prototipagem, experimentação e investigação. A linguagem, as escalas e o grau de abstração exigidos para a representação, construção e apropriação dos conceitos e fenômenos da área, justifica e estimula a exploração desses recursos. Entre as recomendações pedagógicas, didáticas e metodológicas, sugere-se que os futuros professores entrem em contato, reconheçam, reflitam e se instrumentalizem para fazer uso coerente e profícuo das TDICs. Por isso, este trabalho questiona em que medida os cursos de Licenciatura em Química do estado do Paraná propiciam condições para que os licenciandos vivenciem experiências formativas com o uso de *softwares* e simuladores educacionais voltados a este ensino, sob a perspectiva dos formadores? Desenvolve-se, então, uma pesquisa qualitativa, que se inicia exploratória e descritiva, com uma Revisão Bibliométrica da Literatura (RBL) sobre o tema; segue com um levantamento documental do currículo de 65 professores-formadores que ministram disciplinas de Química, Ensino de Química, e parte diversificada do currículo, nos 24 cursos presenciais ofertados pelas Instituições de Ensino Superior (IES) públicas no estado do Paraná; e, culmina na análise de respostas desses docentes a um questionário próprio. O cotejo interpretativo do conjunto de dados é feito a partir da análise de conteúdo das questões de formato aberto. Assim, o trabalho atende aos objetivos de enunciar as compreensões dos docentes formadores de professores de Química sobre sua formação prévia e prática de ensino atual em relação aos *softwares* e simuladores educacionais aplicados ao ensino de Química, com vistas a formação dos licenciandos. Identifica-se também os principais *softwares* e simuladores conhecidos e/ou utilizados; e ilustra-se alguns limites e possibilidades de sua exploração no referido contexto de formação. Como resultado a partir da análise dos dados coletados no questionário, a luz de um referencial teórico e com a Análise de Conteúdo (AC), registra-se que os professores-formadores reconhecem a importância e o potencial dos *softwares* e simuladores no contexto do conhecimento químico, ainda que concentrem familiaridade e uso em torno do simulador Phet Colorado. A maior parte tem interesse por formar-se a respeito, mas indicam poucas vivências formativas continuadas, nenhuma a partir de suas próprias instituições. Também indicaram que os *softwares* e simuladores estiveram presentes em sua formação e prática, mas seus relatos permitiram interpretar haver uma repercussão pontual, dispersa e incipiente na formação inicial de seus alunos, os licenciandos. Sugere-se, portanto, o aprimoramento das políticas institucionais de formação dos próprios formadores, bem como do amadurecimento dos projetos pedagógicos dos cursos, e das discussões em torno do trabalho com os *softwares* e simuladores educacionais no ensino de Química no âmbito das Licenciaturas.

Palavras-chave: Formação de professores; Licenciaturas; Ensino de Química.

ABSTRACT

The indelible presence of digital information and communication technologies (DICTs) in contemporary education has made it imperative to reflect on, understand and use them during initial teacher training. In chemistry teaching, various educational software and simulators have been developed and recommended to support the creation of models, demonstrations, prototyping, experimentation and research. The language, scales and degree of abstraction required for the representation, construction and appropriation of concepts and phenomena in the field justifies and encourages the use of these resources. Among the pedagogical, didactic and methodological recommendations, it is suggested that future teachers come into contact with, recognize, reflect on and equip themselves to make coherent and fruitful use of DICTs. For this reason, this study asks to what extent do Chemistry degree courses in the state of Paraná provide conditions for undergraduates to experience training with the use of software and educational simulators aimed at this teaching, from the perspective of the trainers? A qualitative study was carried out which began with an exploratory and descriptive bibliometric review of the literature (BRL) on the subject, followed by a documentary survey of the curriculum of 65 teacher-trainers who teach Chemistry, Chemistry Teaching and the diversified part of the curriculum in the 24 face-to-face courses offered by public Higher Education Institutions (HEIS) in the state of Paraná, and culminated in the analysis of these teachers' responses to a questionnaire. The interpretative comparison of the data set is based on the content analysis of the open-ended questions. The work thus meets the objectives of stating the understanding of chemistry teacher trainers about their previous training and current teaching practice in relation to educational software and simulators applied to chemistry teaching, with a view to training undergraduates. It also identifies the main software and simulators known and/or used, and illustrates some of the limits and possibilities of their use in this training context. The results of the analysis of the data collected in the questionnaire, in the light of a theoretical framework and Content Analysis (CA), show that the teacher-trainers recognize the importance and potential of software and simulators in the context of chemical knowledge, although they are most familiar with and use the Phet Colorado simulator. Most of them are interested in training in this area, but indicate that they have had little experience of ongoing training, none of which has come from their own institutions. They also indicated that the software and simulators were present in their training and practice, but their reports allowed us to interpret that there was a punctual, dispersed and incipient repercussion on the initial training of their students, the undergraduates. It is therefore suggested that the institutional policies for training the teachers themselves be improved, as well as the maturing of the pedagogical projects of the courses, and the discussions surrounding the work with educational software and simulators in the teaching of chemistry within the scope of undergraduate courses.

Keywords: Teacher training; Degree courses; Chemistry Teaching.

“Uma abertura da mente e do coração que nos permita encarar a realidade ao mesmo tempo em que, coletivamente, imaginemos esquemas para cruzar fronteiras, para transgredir. Isso é educação como prática de liberdade” (bell hooks, 1994, n.p).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1 - Sistematização da classificação de <i>Software</i> Educacional de Taylor.....	31
QUADRO 2 - Objetivos de utilização de <i>softwares</i> educacionais proposto por Underwood e Underwood (1990)	32
QUADRO 3 - Sistematização da classificação de Software Educacional de Bertold	33
QUADRO 4 - Princípios para criação e utilização de sistemas informatizados na Educação.....	34
QUADRO 5 - Classificação de <i>softwares</i> educacionais sistematizados por Rocha e Campos (1993) e Cardoso (1993) a partir dos estudos de Mendelsohn (1990).....	35
QUADRO 6 - Classificação de <i>softwares</i> educacionais a partir de teorias da aprendizagem.....	36
QUADRO 7 - Descritores utilizados para a busca de artigos.....	55
QUADRO 8 - Sistematização dos artigos encontrados por descritor.....	57
QUADRO 9 - Aplicação dos filtros de exclusão para as bases de dados	58
QUADRO 10 - Instituições Federais encontradas no levantamento	59
QUADRO 11- Instituições Estaduais encontradas no levantamento	60
QUADRO 12 - Instituições Privadas encontradas no levantamento.....	60
QUADRO 13 - Procedimento adotado na validação externa por especialistas.....	63
QUADRO 14 - Procedimento adotado na aplicação do questionário piloto.....	63
QUADRO 15 - Feedback do avaliador especialista.....	64

QUADRO 16 - Sistematização da análise de dados realizada.....	66
QUADRO 17 – Movimento de redução da categoria I.....	69
QUADRO 18 – Movimento de redução da categoria II e III.....	70
GRÁFICO 1 - Distribuição da produção brasileira sobre <i>softwares</i> e simuladores educacionais no contexto.....	71
GRÁFICO 2 - Número de autores por artigo analisado.....	72
QUADRO 19 - Caracterização dos trabalhos por escopo.....	73
QUADRO 20 - Abordagem metodológica empregada.....	74
GRÁFICO 3 - Nível de ensino que relata e/ou investigou.....	74
QUADRO 21 - Objeto de estudo do corpus de análise.....	75
QUADRO 22 - Instrumento de coleta de dados.....	76
QUADRO 23 - Software e/ou Simulador discutido nos artigos analisados.....	77
QUADRO 24 - IES, campus, início de funcionamento e conceito ENADE dos cursos.....	79
FIGURA 2 - Distribuição territorial dos cursos com o logo da IES.....	81
QUADRO 25 - Quantidade respostas das IES federais por campus.....	82
QUADRO 26 - Quantidade respostas das IES estaduais por campus.....	84
GRÁFICO 4 - Representação do grupo de participante.....	85

GRÁFICO 5 - Tempo de atuação dos participantes enquanto docentes no ensino superior.....	85
GRÁFICO 6 - Faixa etária do grupo amostral.....	86
GRÁFICO 7 - Graduação dos formadores participantes.....	87
GRÁFICO 8 - Segunda graduação dos formadores participantes.....	88
GRÁFICO 9 - IES de formação dos formadores participantes na graduação.....	89
QUADRO 27 - Pós-graduações <i>latu sensu</i> cursada pelos formadores participantes.....	90
GRÁFICO 10 - Pós-graduações <i>stricto sensu</i> (mestrado) cursada pelos formadores participantes.....	92
GRÁFICO 11- IES de formação dos participantes na pós-graduações <i>stricto sensu</i> (mestrado).....	93
GRÁFICO 12 - Pós-graduações <i>stricto sensu</i> (doutorado) cursada pelos formadores participantes.....	94
GRÁFICO 13 - IES de formação dos participantes na pós-graduações <i>stricto sensu</i> (doutorado).....	95
FIGURA 3 - Área de atuação dos formadores.....	96
QUADRO 28 - Motivação para a realização da formação complementar.....	103
QUADRO 29 - Ocorrência das unidades de registros no eixo formação complementar	105
QUADRO 30 - Procedimento de constituição da categoria de análise.....	105
GRÁFICO 14 - Conhecimento de softwares e simuladores educacionais pelos participantes.....	112
GRÁFICO 15 - Sistematização em escalar <i>likert</i> de algumas dificuldades da inserção <i>softwares</i> e simuladores educacionais na prática docente.....	113

QUADRO 31 - Experiência com softwares e simuladores.....	115
QUADRO 32 - Ocorrências das unidades de registro eixo prática docente.....	129
QUADRO 33 - Procedimento de constituição das categorias de análise.....	129

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

AC - Análise de Conteúdo

AIA - Ambientes Interativos de Aprendizagem

APP – Sindicato - Associação dos Professores do Paraná

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior

CETIC - Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação

CNE - Conselho Nacional de Educação

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

DEPED - Departamento de Educação

ENADE - Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

GPINTEDUC - Grupo de Pesquisa em Inovação e Tecnologia na Educação

IES - Instituição de Ensino Superior

IFPR - Instituto Federal do Paraná

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

MEC - Ministério da Educação

ONG - Organização Não-Governamental

OVA - Objetos Virtuais de Aprendizagem

PIBID - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

PPCs - Projetos Pedagógicos dos Cursos

PPGECM - Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática

PPGFCET - Programa de Pós-Graduação em Formação Científica Educacional Tecnológica

PRONATEC - Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego

PUCPR - Pontifícia Universidade Católica do Paraná

PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

QPM - Quadro Próprio do Magistério

RBL - Revisão Bibliométrica de Literatura

REUNI - Reestruturação e Expansão das Universidades Federais

PRP - Programa de Residência Pedagógica

SEED-PR - Secretaria do Estado da Educação do Paraná

SISU - Sistema de Seleção Unificado

SN2 - Reações de substituição Eletrolítica Bimolecular;
TCC - Trabalho de Conclusão de Curso
TDICs - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TICs - Tecnologias de Informação e Comunicação
UB - Universidade do Brasil
UDF - Universidade do Distrito Federal
UEL - Universidade Estadual de Londrina
UENP - Universidade Estadual do Norte do Paraná
UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa
UFFS - Universidade Federal da Fronteira Sul
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso
UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco
UFPR - Universidade Federal do Paraná
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFS - Universidade Federal de Sergipe
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCar - Universidade Federal de São Carlos
UFSM - Universidade Federal de Santa Maria
UNB - Universidade de Brasília
UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNESP - Universidade Estadual Paulista - Júlio Mesquita Filho
UNESPAR - Universidade Estadual do Paraná
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas
UNICENTRO - Universidade Estadual do Centro Oeste
UNILA - Universidade Federal da Integração Latino-Americana
UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná
UNIUBE - Universidade de Uberaba
USP - Universidade de São Paulo
UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 JUSTIFICATIVA, OBJETIVOS E QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO	19
2 CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS E FILOSÓFICAS SOBRE AS TECNOLOGIAS.....	23
2.1 AS TECNOLOGIAS NO CAMPO EDUCACIONAL: UMA DEMARCAÇÃO	26
2.2 <i>SOFTWARES</i> E SIMULADORES EDUCACIONAIS: CONCEITOS INDEFINIDOS DE RECURSOS POTENCIAIS	31
2.2.1 As relações entre os <i>softwares</i> e simuladores educacionais e o Ensino de Química	39
3 LICENCIATURAS EM QUÍMICA NO BRASIL.....	45
3.1 PROFESSORES FORMADORES E OS DESAFIOS DA DOCÊNCIA UNIVERSITÁRIA EM UM CONTEXTO TECNOLÓGICO	47
4 PROPOSTA DE PESQUISA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	54
4.1 REVISÃO BIBLIOMÉTRICA DE LITERATURA	55
4.2 O LEVANTAMENTO DE CURSOS DE LICENCIATURA EM QUÍMICA EM ATIVIDADE NO ESTADO DO PARANÁ	58
4.2.1 Constituição e composição do grupo de participantes.....	61
4.2.2 Elaboração, validação e aplicação do questionário	62
4.3 A IDENTIFICAÇÃO DOCUMENTAL DO GRUPO DE PARTICIPANTES	65
4.4 A ANÁLISE DE DADOS DO QUESTIONÁRIO	66
4.4.1 A análise categorial temática de conteúdo	68
5. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA DE LITERATURA	71
5.1 CONTEXTO DO ESTUDO: AS LICENCIATURAS EM QUÍMICA DO ESTADO DO PARANÁ.....	79
5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA: FAIXA ETÁRIA E TEMPO DE ATUAÇÃO DOCENTE	82
5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA: PERFIL DE FORMAÇÃO DOS FORMADORES E ÁREAS DE ATUAÇÃO.....	87
5.4 CONTATO DOS FORMADORES COM <i>SOFTWARES</i> E SIMULADORES DURANTE A GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO	97
5.4.1 Formação complementar sobre <i>softwares</i> e simuladores	100
5.5 MOTIVAÇÃO DA REALIZAÇÃO DA FORMAÇÃO COMPLEMENTAR.....	102

5.5.1 Interpretação da categoria: Profissionalidade do professor formador dos cursos de Licenciatura em Química.....	106
5.6 UTILIZAÇÃO DE <i>SOFTWARES</i> E SIMULADORES NA PRÁTICA DOCENTE	111
5.7 EXPERIÊNCIA DOS FORMADORES COM <i>SOFTWARES</i> E SIMULADORES APLICADOS AO ENSINO DE QUÍMICA	115
5.7.1 Interpretação da categoria: TDICs e suas funções na aquisição do conhecimento Químico.....	130
5.7.2 Interpretação da categoria: Aprendizagem e (re)aprendizagem da docência: Um processo transformativo.....	133
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	140
REFERÊNCIAS	143
ANEXOS A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE.....	153
ANEXO B – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS – QUESTIONÁRIO	155

1 INTRODUÇÃO

Minha trajetória acadêmica teve início em 2013, quando fui selecionado para uma vaga em um curso técnico em Química, a partir de um programa criado pelo Governo Federal à época, o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC). Foram dois anos de curso e, a partir daquele momento, tive certeza de que queria cursar uma graduação em Química. Fui em busca do meu sonho: procurei um curso pré-vestibular, mas todos, naquele momento, eram muito caros para o meu orçamento familiar. Foi então que conheci a Organização Não-Governamental (ONG) “Em ação”, que oferecia curso preparatório para o pré-vestibular e para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) de modo gratuito para estudantes de baixa renda. Fui aprovado no processo seletivo da ONG e iniciei o curso preparatório. As aulas aconteciam aos sábados, domingos e feriados, das oito às vinte horas durante oito meses. Recordo-me que esse curso exigiu muita dedicação e estudo, mas foi uma oportunidade pela qual sou muito grato: além de ter aprendido coisas novas, conheci pessoas que muito me inspiraram.

Chegando o período de inscrição das provas para o ingresso no Ensino Superior em 2014, segui com meus objetivos e me candidatei para uma vaga no curso de Química, Bacharelado e Licenciatura, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), e fiz também a inscrição para o ENEM. Fui aprovado na primeira fase, mas não obtive aprovação na segunda: foi um banho de água fria e pensei em desistir, seguir a vida por outros caminhos. Porém, conversando com amigos e professores, percebi que ainda existiam possibilidades, sendo uma delas justamente o mesmo curso, mas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Tratava-se de um curso mais recente, que havia iniciado a sua primeira turma em 2008. Assim, no início de 2015, através do Sistema de Seleção Unificado (SISU), me candidatei a uma vaga na UTFPR. Novamente, um banho de água fria: não fui aprovado na primeira chamada. Novamente, me senti frustrado, mas este sentimento passou quando fui chamado na segunda chamada dos aprovados.

Em 2015 eu iniciava, então, um sonho como a primeira pessoa da minha família a iniciar um curso superior numa universidade. Minha jornada na UTFPR foi de desafios e dificuldades nas disciplinas do ciclo básico do curso, e também financeiras, o que muitas vezes, foi motivo de desânimo. Em contrapartida, conheci professores e colegas inspiradores, que me ofereceram amparo e motivação para seguir. Lembro, carinhosamente, das aulas de Química Orgânica da professora doutora Cristiane; das aulas de Físico-Química, com a professora doutora Paula; e das horas de estudo com as colegas Cleidiane, Talita, Mariéli e Laismara.

Ainda na Graduação, fui aluno de Iniciação Científica na área de Química Ambiental, participei de um Projeto de Extensão vinculado à Olimpíada Paranaense de Química, e estudei o idioma inglês no centro de idiomas da instituição - vivências muito importantes para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

O ano de 2018 também me marcou: com as novas diretrizes do Ministério da Educação (MEC) para os Cursos de Licenciatura, não era mais possível obter a dupla diplomação e tornou-se necessário escolher seguir entre a Licenciatura e o Bacharelado. Optei pela primeira, justamente por acreditar que a educação e o ensino eram os caminhos pelos quais eu podia fazer outras pessoas repetirem a realização do sonho que se fez possível para mim. Em 2020, porém, quando estava finalizando o curso, vivi com o mundo inteiro a Pandemia do novo coronavírus, ou Covid-19.

A emergência global de saúde foi um momento de angústia, incertezas, atraso na aquisição de vacinas e negacionismo histórico e científico, tudo muito perturbador para quem estudava Educação e Ciência. O futuro da vida acadêmica e profissional parecia sombrio. Na época, cursava as últimas disciplinas do curso e as atividades acadêmicas haviam sido suspensas. Após alguns meses, iniciou-se um regime emergencial de ensino remoto, com professores e estudantes precisando reinventar suas relações. Aulas, avaliações, orientações remotas, foram motivo de dificuldade de adaptação por parte da comunidade acadêmica.

Eis que, para auxiliar nesse processo, o Departamento de Educação (DEPED) da universidade iniciou algumas ações de capacitação do corpo docente. Uma das ações foi a oferta de um curso denominado “UTFPR *online*”¹, para o qual houve a seleção de alunos bolsistas. Eu fui um dos inscritos e selecionados, e durante dez meses trabalhei auxiliando meus professores, realizando tutoria e fornecendo devolutivas. Neste momento, o meu interesse pela pesquisa acadêmica na área de Tecnologias Digitais de Comunicação e Informação (TDICs) aplicadas ao ensino se acendeu, na medida em que estudava referenciais para preparar as ações do curso e percebia as dificuldades que estávamos todos enfrentando.

As TDICs e, especificamente, os *softwares* aplicados ao Ensino de Química, foram objetos de investigação do meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), orientado pela professora Doutora Fabiana Pauletti. À época, pesquisamos as possibilidades do *Software Cmaps Tools*® aplicado ao Ensino de Funções de Inorgânicas. E foi uma grande satisfação realizar essa pesquisa, bem como divulgar os resultados da mesma, haja visto que em

¹ Maiores informações sobre esse curso podem ser acessadas pelo endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <<https://sophia.ct.utfpr.edu.br/enrol/index.php?id=14>>. Acesso em: 27 fev. 2024.

decorrência desta pesquisa, tive a publicação de meu primeiro artigo². Senti-me realizado, como fechando um primeiro ciclo daquele sonho iniciado lá atrás com o curso preparatório.

Ao mesmo tempo, vi nascer uma inquietação nova relacionada à presença das TDICs nos cursos de Licenciatura em Química, principalmente no que se refere à experiência vivenciada por estudantes como eu, no contato com seus formadores. Disso decorreu o pretensioso projeto de pesquisa que submeti ao programa de pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da UFPR, que se materializou nesta dissertação: um trabalho acadêmico marcado pela intenção de investigar o processo formativo, no que refere aos *softwares* e simuladores educacionais nos cursos de Licenciatura em Química do estado do Paraná, a partir da perspectiva dos professores formadores.

1.1 JUSTIFICATIVA, OBJETIVOS E QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO

A educação científica brasileira segue desafiada, sobretudo na educação básica, muito em função de questões contextuais e estruturais, mas, também, por conta de aspectos relacionados à formação de professores. Enquanto a solução parece turva, o conhecimento científico escolar segue sendo apresentado, salvo louváveis exceções episódicas, pela via das exposições e reproduções de conteúdos conceituais em ambientes de ensino pouco atraentes para os estudantes. Em uma ciência como a Química, com conceitos e fenômenos sabidamente desafiadores, seja pela linguagem com que são narrados ou pelas capacidades de raciocínio e abstração que reivindicam, as dificuldades de aprendizagem se instalam prontamente (Xavier; Fialho; Lima, 2019).

Justamente por isso, há mais de meio século as pesquisas sobre o ensino de Química vêm acumulando evidências empíricas e vicárias que têm contribuído com um ensino mais eficiente e atrativo, levando a melhores resultados e desempenho no processo formativo. A importância do uso de modelos e modelização, da manipulação de materiais, de representações variadas, de simulações e demonstrações, da prototipagem, da experimentação, da investigação, da contextualização, dos vínculos cotidianos, do exercício, da prática, do uso da linguagem da área, são alguns exemplos de recomendações pedagógicas, didáticas e/ou metodológicas desta trajetória. Mais recentemente, com o advento das TDICs, muitos destes processos e outros

² Maiores informações sobre esse artigo podem ser acessadas pelo endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <<https://san.uri.br/revistas/index.php/encitec/article/view/737/406>>. Acesso em: 27 fev. 2024.

tantos, vem sendo potencializados com o uso dos *softwares* e simuladores educacionais para o ensino (Mesquita; Mesquita; Barroso, 2021).

Todos esses aspectos se apresentam relevantes para a formação de professores nestas áreas. Em Química, o caráter abstrato de suas elaborações e a recorrência da Matemática na descrição e explicação dos fenômenos são substancialmente evidenciadas. A formação inicial de um docente de Química não parece, portanto, trivial ou simples, desde um ponto de vista, já, conceitual, disciplinar (Fernandes; Andrade, 2020)

E este estudante precisa ser capaz de aprender a ensinar esses conceitos e fenômenos, ainda, com toda sorte de capacidades e recursos que tiver vivenciado, desenvolvido ou aprendido em sua trajetória. Exatamente por isso, as experiências oportunizadas durante o curso pelos docentes formadores são tão importantes, pois lastreiam a experiência, a reflexão e a instrumentalização do futuro professor da área. Mais do que nunca, dependerá da riqueza e da atualização desse repertório criado e desenvolvido na formação a capacidade dos futuros professores de enfrentarem os desafios pertinentes ao ensino da área e potencializarem as chances de aprendizado de seus estudantes (Rosa, 2013; Rocha *et al.*, 2022).

Nos dias atuais, em que a sociedade se encontra imersa e transformada pelas TDICs, não parece coerente e adequado imaginar que os fenômenos da escolarização, ensino e aprendizagem passarão ao largo. Pelo contrário, as TDICs já ocupam um espaço de destaque no debate educacional há algumas décadas e, especialmente no ensino das ciências, o papel dos *softwares* e simuladores é relevante como premissa formativa e competência a ser dominada pelos docentes, tendo em vista que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) argumenta que a construção de competências e habilidades relacionados ao uso das TDICs de forma transversal e integrada, precisa ser mediada pelo professor nos espaços de escolares (BRASIL, 2018).

Em Química, por exemplo, tais recursos educacionais têm sido utilizados para criar e simular cenários para transformações químicas e físico-químicas, fazer representações em três dimensões, visualizar gráficos e escalas, possibilidades que permitem superar as limitações presentes nas linguagens tradicionais utilizadas em sala de aula, bem como transpor o mundo empírico (Alves; Sangiogo; Pastoriza, 2021).

Nestes termos, coloco-me a questão sobre em que medida os cursos de Licenciaturas, e especificamente, Licenciatura em Química, seriam, realmente, capazes de proporcionar tal experiência e disposição formativa aos seus estudantes. Isto porque a legislação educacional não exige que os professores universitários tenham formação pedagógica e, portanto, a maior parte dos professores formadores foi selecionada e atua na docência a partir de suas prerrogativas teóricas e de sua experiência em nível de pós-graduação. Ou seja, mesmo em um

curso de Licenciatura, o docente formador, muitas vezes, depende da própria experiência profissional e da formação continuada para compor seu repertório pedagógico e didático (Bianchi; Ferenc; Ferreira, 2022)

Trabalho, portanto, com um fenômeno problemático, claro, pois, como explica Vaillant (2003) e de Martins *et al.* (2018), aquele dedicado à formação inicial e permanente de outros professores possui relação direta com a prática docente do segundo. Este trabalho se coloca, justamente, neste interesse em compreender o tipo de experiência formativa que este, por meio de sua prática docente, oferece como exemplo e referência para a formação inicial de futuros professores de Química, especificamente em relação às TDICs. A presença ou ausência de tais experiências na prática dos formadores tende a ser significativa para a composição do repertório de práticas de um futuro professor.

Justifico, assim, a relevância social e acadêmica do estudo, a partir do momento em que se abre como possibilidade a problematização da identidade dos professores formadores, de suas práticas de ensino, assim como a formação prévia, e as devidas repercussões no currículo real das Licenciaturas em Química do Estado do Paraná, o que está diretamente ligado à qualidade formativa dos futuros professores. Os resultados devem contribuir para o aprimoramento das políticas institucionais de formação dos próprios formadores, bem como do amadurecimento dos projetos pedagógicos dos cursos, e das discussões em torno do trabalho com os *softwares* educacionais e simuladores no ensino de Química no âmbito das Licenciaturas.

Este estudo tem como **objetivo geral**: Enunciar as compreensões dos docentes formadores de professores de Química sobre sua formação prévia e prática de ensino atual em relação aos *softwares* e simuladores educacionais aplicados ao ensino de Química, com vistas a formação dos licenciandos. E, como **objetivos específicos**, pretende: I) Identificar quais são os *softwares* e simuladores educacionais conhecidos e/ou utilizados no ensino de Química, no ensino superior do Estado do Paraná, no contexto das Licenciaturas e nos demais níveis de ensino; e, II) Ilustrar limites e possibilidades do uso de *softwares* e simuladores educacionais no ensino de Química a partir de compreensões dos formadores sobre sua formação e prática docente.

Sobre a questão de investigação tenho como motivação o seguinte **problema de pesquisa**: Em que medida os cursos de Licenciatura em Química do estado do Paraná propiciam condições para que os licenciandos vivenciem experiências formativas com o uso de *software* e simuladores educacionais voltados a este ensino, sob a perspectiva dos formadores?

A dissertação está organizada em seis capítulos, sendo que **neste primeiro capítulo** dediquei-me a apresentar a minha trajetória acadêmica, a justificava os objetivos e o problema de pesquisa. **No capítulo dois**, realizei uma discussão sobre os aspectos históricos e filosóficos sobre as tecnologias, também busquei constituir uma definição para o conceito de *softwares* e simuladores educacionais e suas relações com o Ensino de Química.

No capítulo três, discuti alguns aspectos dos cursos de Licenciatura em Química no Brasil, e para isso, apresentei considerações históricas sobre o surgimento deste curso, e também algumas importantes aferições acerca do desinteresse dos estudantes perante esta formação na atualidade.

No capítulo quatro, explorei os aspectos metodológicos da pesquisa explicitando como se deu a elaboração, validação e aplicação do instrumento de coleta de dados (questionário) e sua posterior análise. Ainda neste mesmo capítulo, apresentei os procedimentos que utilizei para realizar a RBL (Revisão Bibliográfica de Literatura).

No capítulo cinco, dediquei-me a apresentar os resultados da RBL, e também da análise dos dados que foram coletados com o instrumento que elaborei e validei. Por fim, **no capítulo seis** apresentei as considerações finais da pesquisa, com as aferições que emergiram durante a análise de dados e conseqüentemente meu processo de amadurecimento enquanto pesquisador.

2 CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS E FILOSÓFICAS SOBRE AS TECNOLOGIAS

Tecnologias são criações e, portanto, remontam à idade de seus criadores. A engenhosidade dos primeiros seres humanos data as primeiras tecnologias e posteriormente seu refinamento e manifestação como linguagem é que permite refletir a si mesma, ser explicada, definida, descrita, mesmo que de modo sempre tentativo – como se fará nesta seção.

Técnica ou *techné*, para os gregos clássicos, significava o "conhecimento ou a disciplina que se associa com uma forma de *poiesis*" (Feenberg, 2015, p. 2), sendo essa *poiesis* entendida como as atividades que os seres humanos praticavam quando produziam algo. Assim, quando os primeiros humanos produziram instrumentos como suas pedras lascadas, praticavam uma *poiesis* (o processo) em função de um conjunto de conhecimentos que lhes permitia construir de modo hábil e ágil tal instrumento. Esse conjunto de conhecimentos é o que seria, portanto, a *techné*. Segundo Feenberg (2015), cada *techné* tem sua diferença específica: a Medicina é uma *techné* cujo objetivo é curar o doente, a Carpintaria é a *techné* cujo propósito é construir a partir da madeira, etc. Na visão grega das coisas, cada *techné* possui um propósito e um significado para os artefatos cuja produção ela orienta com fim (produto).

Há, portanto, na visão filosófica dos gregos, uma essência também técnica das e nas coisas a serem feitas, já anterior ao ato de fazer propriamente. Nós, na Modernidade, é que apelamos às “essências convencionais em vez de reais” (Feenberg, 2015, p. 4), e buscamos o significado e o fim das coisas em algo que nós criamos e não algo que descobrimos. Portanto, a *techné* grega não se confunde nem com a nossa técnica, como simples domínio de como fazer, ou habilidade, tampouco com o conceito de tecnologia. Ainda, nosso fazer não é a *poiesis*.

Nosso entendimento atual é mais superficial: em geral, o conceito contemporâneo e comum de tecnologia remete a objetivos inscritos para além da natureza do universo. Ela aparece como instrumento isento de valores, e trata a natureza como matéria-prima; materiais que esperam ser transformadas pelas mãos dos homens, e não encara a natureza como mundo que emerge de si mesmo. Em um importante texto sobre filosofia da tecnologia Cupani (2011, p. 110) acrescenta que:

Sendo um típico produto da Modernidade, a tecnologia compartilha com a ciência postulados ontológicos tais como: a existência de um mundo independente do sujeito que o conhece e que nele atua; o caráter material do mundo, integrado por coisas que possuem propriedades, estão submetidas a leis e formam sistemas; o caráter constantemente mutável da realidade e a existência de mudanças desde ou para o nada [...].

Contudo, Bunge (1985) foi além e sugere que técnica e tecnologia supõem conhecimentos já disponíveis ou novos. A técnica, então, servir-se-ia do saber vulgar, por vezes impregnado de saber científico, mas que não é reconhecido como tal. Já a tecnologia, na era Moderna, recorreria sempre ao saber científico já produzido, seja ele por dados, leis, teorias, entre outros.

Cupani (2011) comentando sobre Bunge, aponta para o fato de que se a técnica possibilitou o desenvolvimento da humanidade no decorrer da história, o surgimento da tecnologia foi condicionado a uma aceleração do progresso humano. Para o autor, a tecnologia surge na medida em que "ou bem se indaga a fundamentação teórica das regras técnicas, ou bem se busca aplicar conhecimentos científicos à solução de problemas práticos" (Cupani, 2011, p. 95).

Esta visão coaduna com a consideração de Kenski (2012, p. 15) de que "tecnologia é poder", e o relato histórico de Pinto (2005) de que os seres humanos sobreviveram à idade da pedra muito devido à capacidade da espécie em desenvolver maneiras de dominar os recursos oferecidos pela natureza, tais como o fogo, a água e as rochas. Aliás, este domínio teria feito com que os homens, mesmo que fisicamente frágeis perante os outros animais, se sobressaíssem e conseguissem sobreviver.

Segundo Gordillo e Galbarte (2002), em um primeiro momento, o homem primitivo faria uso de objetos encontrados na natureza e transformados em instrumentos que lhe proporcionavam a extensão do próprio corpo. Mais tarde, porém, a partir de um período que historiadores e arqueólogos denominam de Período Paleolítico, a primeira fase da Idade da pedra (Era da pedra talhada), um ancestral humano denominado *Homo erectus* começaria a demonstrar sinais de aprimoramento desses objetos com intenções diversas, transformadas e aprimoradas (Veraszto *et al.*, 2009). O osso não seria nunca mais apenas um osso... ele agora era um poderoso instrumento utilizado na defesa ou para mexer na caça abatida (Gordillo; Galbarte, 2002).

Por outro lado, a transformação dos objetos seria também transformação social, visto que os instrumentos também dizem respeito a diferentes tipos de tarefas, organização social, desempenhos, eficiência etc. As relações sociais e a cultura dos grupos se modificam e a relação com os instrumentos criados ganha um sentido de mão-dupla. A partir deste momento, de forma conjunta, o instrumento, a técnica e o desenvolvimento do pensamento e intelecto, foram capazes de diferenciar os humanos de todos os demais seres existentes até aquele momento. E foi dessa maneira que surgiu o homem, empregando a sua capacidade intelectual, mesmo que

ainda primitiva, tecnologicamente modificando o meio e sendo tecnologicamente por ele transformado.

Mas é óbvio que essa relação recíproca não está somente nas pontas lascadas ou polidas de rocha ou sílex, senão em vestígios arqueológicos relacionados ao domínio do fogo: a possibilidade de transformação de materiais como minerais, madeira e, principalmente, alimentos (proteína animal) alterou a Evolução Biológica e Cultural humana (Veraszto *et al.*, 2009; Harari, 2016).

Por fim, o emblema maior e mais significativo da tecnologia como processo intelectual – e não necessariamente como produto material – foi o desenvolvimento da linguagem. Embora os suportes e tintas sejam naturais (rochas, couros, argila, madeira, papiro, metal – pigmentos minerais, vegetais, carvão, cunhas, cinzeis, entre outros), as linguagens imagéticas e escrita, pictóricas e alfabéticas, se desenvolveram enquanto técnicas e tecnologias, como construtos culturais artísticos-intelectuais, processos “vivos”, em elaboração, e que constroem e estruturam as sociedades que as elaboram (a partir de seus sentidos e significados que transcendem o material). Para autores como Sancho (1998) e Veraszto *et al* (2009), a sequência pedra lascada, fogo, e linguagem transformaram o homem o animal dominante no planeta e da sociedade da forma que conhecemos.

A partir deste breve recorte histórico e filosófico, é possível considerar que a tecnologia (entendida como domínio da técnica aplicada para produzir algo) adveio muito antes dos conhecimentos científicos, e foi capaz de criar instrumentos e estruturas complexas (Pinto, 2005). Na maior parte das vezes, o conceito de tecnologia remete aos produtos de maior sofisticação, que estão no mercado de consumo atualmente. Entretanto, a tecnologia não se limita somente a isso, ela se originou quando nossos ancestrais descobriram que era possível modificar a natureza para melhorar as condições de vida da espécie (Veraszto *et al.*, 2009).

Considerando todos estes aspectos, neste trabalho compreendo que a tecnologia vai muito além do conceito e produção de instrumentos e objetos, como bem enfatiza Kensky (2012), e também concordo com o fato de que o conhecimento tecnológico, como aponta Chassot (2004), não pode ser facilmente categorizado e/ou compilado de maneira semelhante ao conhecimento científico, pois ele adquire elementos e formas específicas das atividades humanas.

2.1 AS TECNOLOGIAS NO CAMPO EDUCACIONAL: UMA DEMARCAÇÃO

Independentemente da concepção de tecnologia a ser adotada, e considerando a conjuntura atual do mundo em que vivemos – mundo este, capitalista avançado, tardio, contemporâneo, pós-moderno, entre tantos adjetivos que o descrevem – parece ser impossível escaparmos da tecnologia. Ela está em nossas vidas e ao nosso redor, e aprender a lidar com elas, em nossa concepção, parece ser uma demanda emergente e necessária.

Entretanto, muito se discute o fato de que as tecnologias possam ser utilizadas para o maior controle das relações de trabalho e alienação das massas (Dugnani, 2021). As mesmas tecnologias que podem auxiliar os processos educativos, em processos diversos como a emissão de certificados e diplomas, a expansão da oferta de cursos de graduação por meio da educação a distância (EaD), e, claro, oferecendo suporte e repertório de práticas docentes, também estão sendo empregadas para aumentar o controle do trabalho docente e diminuir a autonomia dos professores em sala de aula (Côrtes, 2023).

É neste direcionamento que o estado do Paraná se coloca como exemplo dessa relação conflituosa entre tecnologias e educação: um relatório publicado pela Associação dos Professores do Paraná (APP – Sindicato), em julho de 2023, dedicado ao fenômeno denunciado como plataformação do ensino, relata que 93% dos professores da rede já tiveram contato com alguma plataforma digital (simuladores, *softwares* educacionais, e outras ferramentas tecnológicas), mas que 43% consideram que a plataformação está acontecendo em um contexto de assédio moral e cobrança intensa do seu uso (APP – Sindicato, 2023).

Também no Paraná, tem sido possível acompanhar este conflito também por conta da implementação do Novo Ensino Médio (Lei Federal Nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017). A própria Secretaria Estadual de Educação do Paraná (SEED –PR), em suas declarações e documentos oficiais, tem legitimado e conduzido a adoção de vários novos recursos pelos docentes. Sob as últimas gestões foi feito um investimento massivo, de 38,4 milhões de reais para aulas “prontas” contratadas junto a uma instituição privada (Universidade Cesumar (Unicesumar)); 6,3 milhões para utilização de uma plataforma de *quizzes*, denominada de desafio Paraná; e 12,9 milhões para outra plataforma, o inglês Paraná (Paraná, 2022b). O gestor que conduziu tais contratos é um empresário do setor de tecnologias e, em suas aparições públicas, sugere que as tecnologias são cativantes e incentivam a vontade de aprender:

É impressionante o progresso que os nossos alunos tiveram nas plataformas ao longo deste ano. Foram milhões de redações feitas, outros milhões de exercícios de inglês concluídos. Nos desperta muito orgulho ver os estudantes com vontade de aprender,

se dedicando cada vez mais, e os professores se reinventando, agregando tecnologia às suas aulas e cativando turmas inteiras (Paraná, 2022a).

Há, portanto, uma fetichização da tecnologia. O conceito de fetiche foi discutido por Feenberg (1999), que argumenta que as tecnologias são apresentadas como politicamente neutras, sujeita apenas a valores técnicos, e, portanto, não estando presente na luta de classes. Nesta perspectiva, nas situações cotidianas, as tecnologias são explicitadas como algo com funções que nos interessam, e somos orientados essencialmente para o seu uso (Novaes; Dagnino, 2004).

Esta centralidade das tecnologias digitais na educação fenômeno definido por Silva (2022) como plataformação, é justamente o que acontece nas escolas do estado. Ao implementar essas plataformas de forma puramente técnica, a SEED-PR vende em seu *marketing* que essas plataformas digitais avançariam de forma contínua a qualidade da educação do estado, em um desenvolvimento linear conduzindo os estudantes ao trabalho e ao desenvolvimento social e econômico. Entretanto, concordo com autores como Pires (2023) e Adrião (2018) para quem, ao assumir esta postura, o que está em jogo são os interesses das empresas que fornecem e que desenvolvem essas tecnologias e também do próprio estado, a partir de uma visão pequena e limitada sobre o que seria tecnologia, e sobre qual o espaço que pode ser ocupado por ela na educação.

Enquanto autores como Giraffa (2009), Kensy (2012), Santos e Pauletti (2021) e Brito e Silva (2022) e organizações internacionais discutem de que forma as tecnologias podem contribuir no campo educacional, o Estado³ utiliza seu poder de direito também, para controlar o trabalho docente. Não sem motivo, o próprio relatório da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2023) sobre as tecnologias na educação, defende que, no campo educacional, as tecnologias se apresentam como um território em disputa, sendo muitas vezes vendida como uma solução imediata para os problemas inerentes ao ensino e aprendizagem por grandes empresas de tecnologia e por editoras, que disputam espaço no mercado educacional.

³ O conceito de estado que aqui me refiro, compreende aspectos da ciência política. Sob a perspectiva weberiana, o estado é racional e detém o monopólio do uso legítimo da força física dentro do seu território, a partir da sua dominação e legitimidade legal. Já a função deste estado em uma perspectiva marxista é defender os interesses das classes dominantes por meio de seus instrumentos de regulação: sistema jurídico e o aparato militar e policial (Weber, 1999; Marx, 1993).

Também por esse motivo, no escopo deste trabalho considerei necessário realizar tal registro. Tornando-se necessário demarcar tal celeuma, bem como estabelecer alguns posicionamentos teóricos, para que, futuramente, os resultados não sejam utilizados e/ou incluídos em uma perspectiva de que as tecnologias sempre irão impulsionar o desenvolvimento da sociedade de maneira positiva dentro do sistema capitalista, como ocorrido na plataformização da educação pública do estado do Paraná.

Retomando a trajetória de desenvolvimento das tecnologias como dispositivos culturais e educativos, a aquisição da linguagem escrita e o desenvolvimento de formas para representá-la, foram acontecimentos significativos para e inserção da tecnologia na educação: nossos ancestrais utilizaram corantes naturais para ilustrar o mundo nas paredes das cavernas e, dessa forma, podiam mostrar este mundo aos seus descendentes. Com o passar do tempo, e com o desenvolvimento de novas tecnologias, eles registraram códigos em tabuletas de argila, de madeira e metal (Veraszto *et al.*, 2009).

A relação entre o homem e o conhecimento sempre foi fomentada pelo desenvolvimento e domínio da tecnologia, e, nos dias atuais, esse suporte tecnológico está presente em todas as esferas dos processos educativos. Este desenvolvimento e domínio da tecnologia apresentou um avanço considerável no século XX e fez com que as tecnologias que são aplicadas no processo educativo deixassem de ser limitadas aos objetos que compõem o ambiente físico das salas de aula, tais como o quadro, as mesas, as cadeiras, o papel e os livros. As tecnologias passaram a se apresentar como Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs): os televisores, a lousa digital, o projetor, são TICs que possibilitam novas formas de mediação do professor e novas possibilidades para a compreensão dos estudantes acerca dos conceitos e conteúdos trabalhados.

Os movimentos, as imagens, os sons, possibilitam a oferta de informações mais detalhadas sobre o que está sendo aprendido, e, se utilizados com planejamento e objetivos pré-definidos, apresentam-se como uma possibilidade para a prática docente no sentido de se obter uma maior interação e participação dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem (Lobo; Maia, 2015).

No século XXI, ocorreu o período em que Kensky (2012) denominou de *novo movimento tecnológico*. A ampliação do acesso e o aumento da velocidade da internet, utilizada para transmissão de dados, imagens e voz, fomentou novas possibilidades para a educação, proporcionando que essas tecnologias se tornassem digitais, daí a ampliação do nome para TDICs. Nesse sentido, Kensky (2012) considera que essas tecnologias são especificamente aquelas que estão conectadas à rede mundial de computadores, e que agora se materializam na

forma de computadores, televisores com acesso à internet (*smart tvs*), *tablets*, e *smartphones*, que agora traduzem a possibilidade de utilização de *softwares* e simuladores educacionais.

Sobre este mesmo conceito, os autores Baranauskas e Valente (2013) argumentam que as TDICs são tecnologias que se ramificam no meio digital em várias outras, contemplando aplicativos, simuladores, *softwares*, vídeos, jogos digitais, imagens digitais, computadores, *tablets*, *smartphones*, *notebooks*, que se conectam à internet, e aumentam as possibilidades de comunicabilidade entre seus usuários, a partir da utilização no contexto educacional ou não. O mesmo conceito é defendido por Ladeira (2022, p. 4): “[...] TDICs, são representadas por computadores, *laptops*, *smartphones*, *tablets*, entre outros aparatos digitais”. As definições apresentadas por esses autores apresentam confluência para o mesmo lugar de destino, as TDICs são consideradas uma evolução das TICs, a partir da maior oferta de acesso à rede mundial de computadores, e a partir da ampliação de possibilidades que essa evolução foi capaz de fomentar.

Uma das discussões importantes sobre o uso das tecnologias no contexto educacional aponta que não devemos apenas utilizar as TDICs em si, é necessário também a reflexão crítica para uma utilização responsável, conforme apontam Brito e Purificação (2006, p. 20): “[...] dependendo do paradigma, tanto a informática como qualquer outro recurso tecnológico aplicado à educação podem ser apenas instrumentos reprodutores dos velhos vícios e erros dos sistemas, otimizando o péssimo”.

Para que as tecnologias não se tornem apenas instrumentos reprodutores, parece-me ser pertinente que os professores englobem, no seu planejamento de uso das TDICs de forma autônoma, conceitos relacionados à segurança de rede, checagem de fatos para combate às *fake news*, e questões relacionadas ao *cyberbullying*, utilizando as TDICs como uma ferramenta auxiliar na construção do conhecimento e seu compartilhamento (BRASIL, 2018).

Este planejamento demanda de nós, professores, uma atenção especial, tendo em vista que nós consideramos que essas tecnologias são um meio de suporte e apoio para implementar metodologias de maior protagonismo e engajamento intelectual discente, além de promover condições para uma aprendizagem significativa, nos termos de Ausubel (1980), a fim de promover a democratização ao acesso e inclusão dos estudantes no mundo digital.

Aliás, sobre este planejamento e inserção das TDICs no espaço escolar, atualmente existe um discurso difundido em larga escala, presente em diferentes contextos, que as apresenta como uma inovação didática. Entretanto, a maneira como o planejamento e a inserção das TDICS no contexto educacional é realizada, muitas vezes não contribui para o processo de ensino e de aprendizagem, sendo transformada em modernismo pedagógico

(Ladeira, 2022). Parece-me, então, ser possível superar o caráter instrumental presente no discurso da utilização das TDICs, no campo educacional, e assumir, como Ladeira (2022, p. 6, grifo do autor), que:

[...] é imprescindível concebê-las não somente como “materiais didáticos” ou “metodologias”, mas como elementos constitutivos do processo cognitivo humano, ou seja, como dispositivos cujo uso contínuo pode alterar a própria maneira como o cérebro aprende um determinado conteúdo.

A superação deste caráter instrumental permite utilizar as tecnologias digitais no processo de ensino e de aprendizagem de modo a ser uma importante ação do professor para se obter maior sucesso em sua empreitada. Nesse sentido, Olivera, Moura e Souza (2015) compreendem que as tecnologias digitais possibilitam que ocorra uma adequação às situações e ao contexto do processo ensino e de aprendizagem, além de considerar a diversidade presente atualmente nas salas de aula, fornecendo, para isso, os recursos às mais diferentes necessidades dos estudantes. Sarmiento e Schuartz (2020) argumentam que as TDICs permitem que as aulas sejam ministradas de forma dinâmica e interativa, principalmente quando consideramos a prática docente que ocorria no passado, a qual se utilizava prioritariamente de quadro negro e giz. Para os autores, este processo exige que sejam repensadas as práticas pedagógicas, o que pode ser um desafio para alguns professores. Entretanto, este desafio não está voltado apenas para a prática docente, mas torna-se necessário oferecer as condições necessárias para isso, seja na formação continuada dos docentes, seja com um ambiente de trabalho inovador com suporte técnico e pedagógico (Rocha *et al.*, 2022).

As contribuições dos autores que apresentei nesta seção colaboram para argumentar que as tecnologias voltadas para o campo educacional se apresentam como um complexo debate da academia científica brasileira. E, enquanto pesquisador da área de ensino, considero que é necessário a utilização das tecnologias, especificamente as de interesse deste estudo (*softwares* e simuladores educacionais voltados ao ensino de Química), mas com respeito à autonomia dos professores. Tais recursos não podem ser considerados a solução para os desafios que enfrentamos no processo de ensino-aprendizagem. Conforme argumenta Silva (2023, p. 3): “As TDICs precisam ensinar algo, por si só, não ensinam nada”. E para que, de fato, elas ensinem alguma coisa, faz-se necessário que essas tecnologias não sejam utilizadas para reforçar um ensino tradicional, controlar o trabalho e reduzir a autonomia docente. Existe uma armadilha presente na inserção dessas tecnologias no campo educacional relacionada ao determinismo tecnológico, e uma das formas de superá-la enquanto pesquisadores e professores da área é

evitarmos o senso comum científico, ou seja, pararmos de questionar alguns paradigmas produzidos dentro do campo científico porque os consideramos como uma ação normal.

2.2 *SOFTWARES* E SIMULADORES EDUCACIONAIS: CONCEITOS INDEFINIDOS DE RECURSOS POTENCIAIS

Os recursos tecnológicos utilizados no contexto do Ensino de Química podem auxiliar os professores e os estudantes, por exemplo, nas demonstrações e na exploração de fenômenos abstratos, que muitas vezes são inacessíveis no tempo e espaço da sala de aula convencional (Brito; Silva, 2022). Devido a essas diversas possibilidades, esses recursos que aqui defino como TDICs, passaram a ser tema de interesse dos pesquisadores e professores da área. Dentro das mais diversas tecnologias digitais de informação e comunicação existentes, estão os *softwares* e os simuladores educacionais, que tem se apresentado como uma alternativa interessante a ser aplicada no processo de ensino e aprendizagem (Santos; Pauletti, 2021).

O conceito de *softwares* e simuladores educacionais é discutido por pesquisadores da área de Educação, Ensino de Ciências e Computação. A taxonomia de Taylor é considerada como a primeira definição formal de *software* educacional e sobre ela, Giraffa (2009), Mesquita; Mesquita; Barroso (2021) argumentam que o seu surgimento vai ao encontro com o marco inicial do uso dos computadores na Educação, que se iniciou 1980 a partir da publicação do livro *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*⁴ pelo professor e pesquisador do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, Seymour Papert. No referido livro, Papert (1985) publicou o que é conhecido como linguagem de programação LOGO⁵, na qual crianças, a partir de seis anos de idade, conseguem programar e criar figuras geométricas no computador (Mesquita; Barroso; Mesquita, 2021).

A taxonomia de Taylor categoriza os *softwares* educacionais em três grandes grupos, os quais eu apresento no Quadro 1.

QUADRO 1 - SISTEMATIZAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE SOFTWARE EDUCACIONAL DE TAYLOR

Tipologia do <i>software</i>	Características (continua)
Tutor	Possuem a função de tutelar o aprendizado dos estudantes.

⁴ Escrito pelo cientista da computação Seymour Papert, no qual ele argumenta sobre os benefícios da alfabetização informática no ensino primário e secundário. Este livro foi publicado pela *Basic Books* em 1980, e republicado em uma nova edição pela mesma editora em 1985 e em 1993.

⁵ LOGO é uma linguagem de programação interpretada, voltada para crianças, jovens e até adultos. É utilizada com sucesso como ferramenta de apoio ao ensino regular e por aprendizes em programação de computadores.

Tutelado	Permitem que os estudantes programem no computador, para que seu funcionamento considere as suas necessidades de aprendizagem, como é o caso de LOGO de Parpet.
Tipologia do software	Características (conclusão)
Ferramenta	Permitiam a manipulação de dados, gerenciamento de dados, produção de gráficos, edição de texto entre outros.

FONTE: Adaptado de Giraffa (2009).

Com o avanço das pesquisas na área, outros autores contribuíram de forma significativa para os estudos sobre *softwares* educacionais. Bertold acrescentou em seus estudos uma atualização da taxonomia de Taylor, com o objetivo de tecer impressões e reflexões mais aprofundadas sobre os referidos *softwares*. Para tanto, Bertold se utilizou do referencial teórico elaborado por Underwood e Underwood (1990) que afirmam que o uso de *softwares* educacionais está interligado aos objetivos a que se propõem o uso destes *softwares* (Quadro 2).

Bertold também relacionou essas tipologias com as duas principais categorias de programas de computador existente na época, o *Computer Assisted Instruction*, nas quais estão presentes os *softwares* de modelagem e simulação oferecidos por eles mesmos (e que servem como suplementação as instruções do professor), e o *Labor - Saving*, que são os programas de computador que não possuem conteúdo específico, como, por exemplo os navegadores web, e os editores de texto e planilhas (Giraffa, 2009).

QUADRO 2 - OBJETIVOS DE UTILIZAÇÃO DE *SOFTWARES* EDUCACIONAIS PROPOSTO POR UNDERWOOD E UNDERWOOD (1990).

Objetivo do uso do software	Características
Instrucional	Instruções programadas para a prática e exercícios.
Revelatório	Simulações para realizar descobertas.
Conjectural	Construção e avaliação de modelos.
Emancipatório	Edição de textos, planilhas e tratamento e validação de dados.

FONTE: Adaptado de Giraffa (2009).

Essas duas primeiras definições de *softwares* educacionais foram constituídas por pesquisadores da área de informática, e neste primeiro momento a preocupação desses autores era apenas classificar e categorizar os *softwares* dentro da tipologia de programas de computador que existia na época. Não se levava em consideração aspectos relacionados às teorias de aprendizagem e outras nuances da prática docente. É possível perceber que, neste contexto, até mesmo os *softwares* de edição de texto e planilhas e de simulação simples (sem a possibilidade de ajusta nenhum parâmetro) eram considerados *softwares* educacionais. No decorrer desta sessão, apresentaremos elementos que colaboram um rápido desenvolvimento

das pesquisas sobre esses artefatos tecnológicos aplicados ao campo educacional, o que resultou em novas definições que levam em consideração aspectos das ciências da educação e do ensino.

A partir desses objetivos de utilização de *softwares* educacionais propostos por Underwood e Underwood (1990), Bertold (1999) analisou e atualizou a taxonomia de Taylor classificando os softwares educacionais conforme apresento no Quadro 3.

QUADRO 3 - SISTEMATIZAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE SOFTWARE EDUCACIONAL DE BERTOLD

Tipologia do <i>software</i>	Características
Tutorial	Tem como objetivo o aprendizado de novos conceitos pelos estudantes, utilizando-se, para isso, a generalização, por meio da transmissão de conteúdos e da proposta de atividades que verifiquem o aprendizado. Além disso, possuem o caráter de apoio e/ou reforço para as aulas, além de preparo e/ou revisar atividades.
Simulação e Modelagem	São capazes de modelar e/ou representar um objeto real. Trata-se de um modelo simbólico que representa a realidade, e tem como principal objetivo ser utilizado após a aprendizagem pelo estudante, dos principais conceitos do fenômeno a ser simulado e/ou modelado.
Jogos educacionais	Apresentam-se como fontes de recriação, com objetivo da aquisição de um tipo específico de aprendizagem e/ou habilidade, envolve na maioria das vezes elementos de gamificação, como o desafio e a competição. Podem ainda ser divididos em duas grandes categorias: Interpessoal: apresenta elementos de competição e cooperação, Individual: que apresentam em sua organização elementos capazes de motivar o desafio, a fantasia e o seu controle.
Hipertexto	Forma de armazenar e recuperar informações, é considerado um <i>software</i> que é capaz de interligar fragmentos de textos, ou outros tipos de informações por meio da utilização de palavras-chaves. Pode-se citar como exemplo de um <i>software</i> educacional de hipertexto um editor gráfico e uma base de dados que apresenta a possibilidade de uma visão tridimensional.
Tutores inteligentes	Tem como principal característica a interatividade e flexibilidade parente a tutoria. O principal objetivo da tutoria inteligente é fomentar a resolução de problemas a partir da utilização do raciocínio e da sua aplicação. É necessário que esse tipo de <i>software</i> conheça o perfil do estudante, com o objetivo de ser sensível ao seu comportamento, conciliando dessa forma técnicas de inteligência artificial aplicadas a objetivos de ensino.

FONTE: Adaptado de Bertold (1999).

A pesquisa de Bertold (1999) é considerada um importante avanço para o campo dos softwares educacionais, já que o pesquisador conseguiu propor uma atualização daquela classificação inicial proposta por Taylor em 1980, o que inclui jogos educacionais e elementos de gamificação em sua classificação. Durante este primeiro momento, de forma paralela, alguns pesquisadores debruçavam seus estudos nos Ambientes Interativos de Aprendizagem (AIA). É o caso das pesquisas realizadas por Mendelsohn (1990), Rocha e Campos (1993) e Giraffa (1999), as quais são considerados pela comunidade científica como um grande avanço para as pesquisas relacionadas com a interface entre a informática e a educação. As teorias sobre os AIA são fundamentais para tecer argumentos acerca das contribuições dos recursos tecnológicos para o campo da educação, o que provocou uma renovação na análise de dados

das pesquisas relacionadas ao ensino e aprendizagem. Esses recursos tecnológicos permitem que os pesquisadores realizem o tratamento de informações, imaginem, simulem e realizem cenários que possam melhorar a eficácia de métodos e técnicas de ensino.

A teoria proposta por Mendelsohn (1990), sobre os ambientes interativos de aprendizagem possui dois pontos fundamentais. O primeiro ponto versa sobre o nível de abertura que o sistema informatizado possui em relação às ações que o usuário poderá realizar. Já o segundo ponto representa o tipo de habilidade e conteúdo que pode ser aprendido. A partir desses pontos, o referido autor tece suas contribuições que descrevo no Quadro 4 para a criação e utilização, construção de sistemas informatizados, incluindo os *softwares* educacionais.

QUADRO 4 - PRINCÍPIOS PARA CRIAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS INFORMATIZADOS NA EDUCAÇÃO.

Princípios	Sistematização
I	Para que se possa construir sistemas informatizados, incluindo <i>softwares</i> educacionais é necessário a utilização de conteúdos adaptados aos estudantes.
II	A gestão da interação entre o sistema e o estudante é fundamental, considera-se importante a criação de uma interface adaptada.
II	É possível construir com as tecnologias um sistema para coleta de dados, inclusive sobre a eficácia dos <i>softwares</i> educacionais em relação aos seus objetivos e condições de utilização.

FONTE: Adaptado de Mendelsohn (1990).

Mendelsohn (1990), considera que os *softwares* educacionais são sistemas informatizados, e apresenta em seus estudos alguns princípios para a sua construção. Apesar de ser realizado de forma paralela aos estudos citados anteriormente, este pesquisador considerava que, para um *software* ser considerado educacional, não bastava apenas construí-lo, era necessário que o referido programa computacional fosse adaptado às necessidades de aprendizagem dos estudantes, ao nível de dificuldade dos conteúdos trabalhado. Sua modificação para objetivos específicos de aprendizagem eram pontos fundamentais para Mendelsohn (1990). O autor também considerava importante que a interação do estudante com o *software* deveria ser adaptada para se obter um melhor resultado de aprendizagem, sendo essa a primeira teoria que também se preocupava com aspectos pedagógicos no desenvolvimento dos *softwares*.

Essas contribuições de Mendelsohn (1990) foram discutidas nas pesquisas de Rocha e Campos (1993) e Cardoso (1993): os pesquisadores utilizaram o conceito de AIA para realizar a avaliação de *softwares* educacionais e propuseram em seus estudos uma classificação mais abrangente para esses *softwares*. Apresento essa classificação no Quadro 5, reforçando a grande polissemia de significados e definições que os *softwares* educacionais apresentam.

QUADRO 5 - CLASSIFICAÇÃO DE *SOFTWARES* EDUCACIONAIS SISTEMATIZADOS POR ROCHA E CAMPOS (1993) E CARDOSO (1993) A PARTIR DOS ESTUDOS DE MENDELSON (1990).

Tipologia do <i>software</i>	Sistematização
Aplicativos	São considerados como abertos, do ponto de vista da informática é possível construir macro – dados que possuem similaridade com a linguagem de programação clássica. São destinados a atividades como de tratamento de planilhas, bases de dados, edição de textos, cálculos e produções gráficas.
Micromundos	Apresentam-se como sistemas informatizados e abertos, que possibilitam ao estudante a exploração de uma habilidade, com o mínimo de ajuda do sistema, como exemplo de micromundo pode-se citar o LOGO, onde o estudante aprende a aprender, na medida que utiliza o ambiente para construir novos objetivos a partir do seu conhecimento prévio.
Courseware	Compreendem os <i>Softwares</i> educacionais clássicos que são fundamentados a partir de uma situação de interação entre o usuário e o problema a ser resolvido. A gama de possibilidades dessa categoria de <i>softwares</i> é vasta, e a aprendizagem é fundamentada na realização de uma sequência de procedimentos, que estão associados a determinado conteúdo.
Tutoriais	Possuem as mesmas características do <i>Coursewares</i> , porém, nos tutoriais adiciona-se o componente da tutorial. O objetivo é fomentar a aprendizagem de alto nível, a partir da interação entre o estudante, o professor e o sistema.

FONTE: Adaptado de Rocha e Campos (1993) e Cardoso (1993).

O rápido avanço da tecnologia digital, que ocorreu na década de 1990 e 2000 na área da informática fez com que as tipologias de *softwares* educacionais, que foram apresentadas anteriormente, não abrangessem todos os tipos os tipos de *softwares* disponíveis e suas possibilidades para o âmbito educacional. A ampliação do acesso a rede mundial de computadores, a disponibilização de sistemas operacionais cada vez mais eficientes, são fatores que contribuem para que as definições, categorizações e classificação de *softwares* educacionais tornem-se rapidamente obsoletas, no final da última década do século XX e início do século XXI. E, partir deste momento, um olhar sobre as definições de *softwares* educacionais e suas possibilidades para o ensino e aprendizagem voltaram a ser objeto de investigação para os pesquisadores da área, como é caso do trabalho realizado pela pesquisadora Giraffa (1999), em sua tese doutorado defendida na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Na ocasião, a pesquisadora apresentou uma nova proposta para a classificação de *software* educacional (Quadro 6), utilizando-se, para isso, das pesquisas que citei anteriormente. A proposta apresentada por Giraffa (1999) foi a primeira a relacionar esses artefatos tecnológicos com teorias da aprendizagem, o que é considerado, até os dias de hoje, como um divisor de águas para as pesquisas na área - devido ao fato de que as outras definições apresentadas anteriormente possuíam uma estreita ligação com a área de informática, e não necessariamente considerava as peculiaridades do processo de ensino e aprendizagem enquanto fenômeno social.

QUADRO 6 - CLASSIFICAÇÃO DE *SOFTWARES* EDUCACIONAIS A PARTIR DE TEORIAS DA APRENDIZAGEM.

Tipologia do <i>software</i>	Sistematização	Teoria da aprendizagem envolvida
CAI ⁶	Induz o estudante a uma resposta considerada correta, a partir de estímulos que foram previamente planejados.	Behaviorismo ⁷ metodológico de Watson e Skinner.
ICAI ⁸	Simula as capacidades cognitivas do estudante, e utiliza dos resultados obtidos para tomar decisões pedagógicas relacionadas ao processo de ensinagem.	Cognitivismo ⁹ de Piaget, Sócio Interacionismo ¹⁰ de Vygotsky, Aprendizagem Significativa ¹¹ de Ausubel.

FONTE: Adaptado de Giraffa (1999).

Atualmente, os pesquisadores da área, consideram o trabalho de Giraffa como pioneiro em associar a definição de *software* educacional com teorias da aprendizagem. Os estudiosos da área de Ensino e Educação que direcionam suas pesquisas para os *softwares* e suas possibilidades nos processos de ensino e aprendizagem, utilizam e aprimoram essa definição. É possível observar isso nas publicações e divulgação científica realizada por pesquisadores do Grupo de Pesquisa em Inovação e Tecnologia na Educação (GPINTEDUC), liderado pelo professor Doutor Marcelo Souza Motta, que inclui pesquisadores do programa de pós-graduação em Formação Científica Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e do Programa de pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e definem *software* educacional da seguinte maneira:

Um *software* educacional tem sua definição associada à sua utilização e intencionalidade, adota uma teoria de aprendizagem, possibilita o desenvolvimento ou a ressignificação de uma unidade ou componente curricular e utiliza diferentes recursos multimídia (GPINTEDUC, 2023, np).

Para os pesquisadores do grupo, os *softwares* educacionais possuem uma intencionalidade, ou seja, a sua concepção e desenvolvimento está relacionada a um objeto de

⁶ *Computer Assisted Instruction*.

⁷ Teoria da Psicologia que avalia o comportamento de seres humanos e animais, a partir de análises e observação de fatos práticos como, por exemplo, reações a estímulos.

⁸ *Intelligent Computer Aided Instruction*.

⁹ Teoria da Psicologia que compreende a aprendizagem como um processo interno, que envolve o pensamento, e que, portanto, não pode ser observado diretamente, e estão relacionadas com mentalizações, sentimentos, emoções e significações da pessoa (Moreira, 2011).

¹⁰ Interação entre o indivíduo e a cultura. Para Vygotsky, é fundamental que o indivíduo se insira em determinado meio cultural para que aconteçam mudanças no seu desenvolvimento e conseqüentemente a aprendizagem (Moreira, 2011).

¹¹ É aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe (Moreira, 2011).

sua utilização, podendo ser para a representação de conceitos, simulação, interação, avaliação da aprendizagem dentre outras possibilidades. Além disso, o desenvolvimento de um *software* possui como referencial teórico uma ou mais teorias de aprendizagem. Nesta perspectiva, diferentes autores que trabalham com informática, computação, educação e ensino, apresentam distintas definições para os *softwares* educacionais (Giraffa, 1999; Santos; Wartha; Filho, 2010; Rocha *et al.*, 2022; GPINTEDUC, 2023).

Embora o foco desta presente pesquisa não seja as discussões relacionadas à criação e avaliação de *softwares* educacionais a partir das teorias de aprendizagem, adotarei neste estudo o que pondero ser mais adequado para a área de Ensino de Química. Considero, desta forma, que os *softwares* educacionais são TDICs que foram desenvolvidos com objetivo de facilitar o processo de ensino e aprendizagem, e possuem caráter didático atrelado a uma teoria ou concepção de aprendizagem, e possibilitam que os estudantes construam o conhecimento a partir da interação humano-humano e humano-computador.

O foco deste estudo, como já esclarecido, compreende os *softwares* e simuladores educacionais. Analiso isso como uma questão de escolha metodológica, em um contexto de divergências de definições para esses artefatos tecnológicos. Por isso, é necessário deixar claro que um simulador pode ser considerado um *software* se oferecer ao usuário a possibilidade de interação e simulação de operações, processos e/ou fenômenos do mundo real e ter sido concebido e avaliado, tendo como base uma ou mais teorias ou concepções de aprendizagem, (Llano; Adrián, 2006).

Extrapolando este conceito, outro ponto importante a ser considerado é a possibilidade dos simuladores se apresentarem como Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVA), se possuírem a capacidade de reutilização, assim como o *software* educacional, embora o simulador não tenha, necessariamente, seu desenvolvimento articulado com teorias de aprendizagem.

Se, para alguns autores, existem diversas definições para o termo *software*, o mesmo não é verdadeiro para o termo simuladores. Observo, em Llano e Adrian (2006), uma menor polissemia de definições a respeito dos simuladores. Giordan (2008), por sua vez, avança neste ponto quando postula que as simulações, independentemente de sua tipologia, apresentam-se como o uso de técnicas matemáticas que permitem simular operações, processos e/ou fenômenos do mundo real. Essas técnicas são estudadas por meio de modelos e exercícios, e além da representação dessas operações e/ou processos, é possível oferecer ao sujeito aprendiz o suporte necessário para a elaboração de narrativas e explicações sobre o fenômeno estudado.

Ao utilizar os simuladores educacionais em sua prática docente, os professores exercem o papel de mediadores do conhecimento e de formadores de opinião acerca das novas tecnologias, o que considera os estudantes como sujeitos ativos no processo de ensino e aprendizagem (Giordan, 2008).

Sobre a tipologia dos simuladores educacionais, que podem ser apresentados na forma de um OVA ou de *softwares* educacionais, Spinelli (2007, p. 7) apresenta uma definição de objeto virtual de aprendizagem que inclui os simuladores:

Um objeto virtual de aprendizagem é um recurso digital reutilizável que auxilia na aprendizagem de algum conceito e, ao mesmo tempo, estimula o desenvolvimento de capacidades pessoais, como por exemplo, imaginação e criatividade a partir das simulações. Pode ainda compor um percurso didático, envolvendo um conjunto de atividades, focalizando apenas determinado aspecto do conteúdo envolvido.

Independentemente da tipologia do simulador educacional – seja ele um *software* concebido a partir das teorias de aprendizagem, que permite ao usuário a interação e simulação de operações, processos e fenômenos do mundo real, ou um OVA, conforme definido por Spinelli (2007), a característica principal que deve ser notada é a possibilidade de repetição da ação realizada; contemplando a possibilidade de reconhecer e construir hipóteses acerca do que está sendo simulado, além de receber um *feedback* do computador de forma a auxiliar na construção do conhecimento e correção das atividades.

As simulações se apresentam neste contexto como uma estratégia com pressupostos cognitivos e interativos, que partem da produção de efeitos reais baseados em modelos, com método experimental selecionado (Augusto, 2019). O desenvolvimento das tecnologias e a invenção dos computadores, no século XX, fortaleceu a utilização dos simuladores que passaram a ser digitais. Inicialmente, eles foram utilizados na área militar, com o objetivo de preparar os soldados e treinar pilotos de avião, sem a necessidade de destruição de aviões e mortes. Com o passar do tempo, e com o desenvolvimento tecnológico, os simuladores começaram a ser empregados em outros contextos; em um primeiro momento, na Medicina, e em seguida, na Educação. É importante ressaltar que a utilização de simuladores no contexto da Educação e da Saúde, não foi suficiente para alavancar políticas públicas de forma organizada sobre essas tecnologias até os dias atuais (Accioly, 2006).

Sobre os simuladores no contexto das ciências exatas, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), argumenta que os conteúdos cognitivos que estão presentes nos conceitos, leis e formulações da física, necessitam de exemplificações e contextualizações para que possam ser aprendidos pelos estudantes, a partir do protagonismo do sujeito aprendiz na

resolução de problemas. Acrescente-se o fato de que a didática da Química escolar recorre bastante a operacionalização matemática, processo central na concepção de simuladores.

No contexto deste estudo, as considerações de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) podem ser transpostas para o Ensino de Química, a partir do momento em consideramos que a Química é uma ciência independente, com métodos, modelos e teorias próprias, que vem se aprimorando até os dias atuais (Maldaner, 2013). Os simuladores educacionais, apresentam-se como um dos recursos a serem utilizados, que permite aos estudantes, a partir da interação com o computador, o despertar do interesse investigativo e a capacidade de reflexão para a construção do seu próprio conhecimento e descoberta científica, conforme discute Coelho (2002, p. 39) em seus estudos:

[...] os simuladores virtuais são os recursos tecnológicos mais utilizados no Ensino, pela óbvia vantagem que tem como ponte entre o estudo do fenômeno da maneira tradicional (quadro e giz) e os experimentos de laboratório, pois permitem que os resultados sejam vistos com clareza, repetidas vezes, com um grande número de variáveis envolvidas.

O desenvolvimento acelerado de sistemas da informação tem possibilitado que se desenvolvam simulações realistas e complexas, possibilitando, dessa forma, que fenômenos que anteriormente eram analisados de forma teórica, possam ser aproximados da realidade. Atualmente, os simuladores educacionais não se apresentam apenas como simples animações - o que se configura como um artefato tecnológico sem nenhuma interação, tratando-se de uma apresentação animada acerca de um conteúdo e/ou conceito específico. A interatividade está presente nos simuladores a partir da interação humano-computador, e está estritamente ligada à tomada de decisão, à proposição de hipóteses e elaboração de conclusões sobre o fenômeno observado, o que permite que os estudantes observem, em poucos minutos, um fenômeno e sua evolução temporal que demandaria muito tempo para ser estudado em tempo real, como uma reação química ou uma mudança de esta físico lenta (Coelho, 2002).

2.2.1 As relações entre os *softwares* e simuladores educacionais e o Ensino de Química

As TDICs, especificamente os *softwares* e simuladores educacionais, apresentam diversas possibilidades para o processo de ensino e aprendizagem nas mais diversas áreas do conhecimento. Possibilidades essas que, ao contemplarem a prática docente, apresentam-se como artefatos tecnológicos capazes de fomentar a compreensão dos conteúdos e/ou conceitos pelos estudantes. Ao incluir essas tecnologias no planejamento docente, elas podem ser uma

alternativa para colocar o sujeito aprendiz como protagonista de suas aprendizagens, na medida em que se trabalha com criação de hipóteses, investigação e propostas de soluções acerca dos fenômenos estudados (Andres; Cybis, 2000)

É consenso para o Ensino da Química que as aulas sejam relacionadas com fenômenos presentes no cotidiano dos estudantes e que estimulem o ambiente investigativo, o que se pode potencializar com a utilização das tecnologias digitais, como os *softwares* e simuladores educacionais. Infelizmente, essa realidade ainda está distante para uma considerável parcela de escolas brasileiras, que muitas vezes utilizam como recurso pedagógico, majoritariamente, o giz, o apagador e a lousa. No cenário atual, isso tende a contribuir para o desinteresse dos estudantes por essa ciência, além de fomentar um possível fracasso escolar em termos da aprendizagem dos conteúdos e conceitos inerentes ao conhecimento Químico (Mesquita; Mesquita; Barroso, 2021).

É evidente que nos últimos anos houve um movimento de democratização do acesso ao computador e a internet no ambiente escolar, mas ainda não é possível fazer generalizações em um contexto de desigualdades sociais e regionais como o brasileiro. Conforme o Censo da Educação Brasileira de 2022, mesmo que mais de 80% das escolas que ofertam o ensino médio, independentemente de sua esfera administrativa, possuam computador de mesa disponível para os alunos (54,3% possuem computadores portáteis disponível para esse público), verifica-se uma desigualdade persistente nas diferentes regiões: enquanto o acesso à internet para o ensino e aprendizagem está disponível em 49% das escolas da região norte, esse percentual chega a 88% nas escolas da região sul. O mesmo ocorre em relação aos computadores de mesa e portáteis que estão presentes respectivamente em 60,3% e 29% das escolas de região norte, enquanto, na região sul, esse percentual chega a 85,9% e 69,5%. E embora o acesso à internet esteja em 81,7% desses estabelecimentos de ensino, questões de estabilidade, qualidade de sinal e acesso persistem (BRASIL, 2022).

Giordan (2008) e Kenski (2012), compreendem que o acesso ao computador e à internet nas escolas é fundamental para tornar este ambiente um espaço colaborativo, de maior inovação e criatividade, o que pode fomentar um processo de ensino e aprendizagem mais eficaz e interessante para os estudantes. Quando consideramos o Ensino de Química, possibilitar que os estudantes utilizem os *softwares* e simuladores educacionais no ambiente de escolar demonstra ser uma interessante alternativa para que as aulas se tornem mais atrativas para o sujeito aprendiz.

Atualmente esses sujeitos aprendizes interagem com as tecnologias digitais de forma intensa, e isso contribui para que a utilização apenas do protocolo de ensino tradicional seja

insuficiente para um efetivo processo de Ensino e Aprendizagem. Nesse sentido, os *softwares* educacionais, bem como os simuladores, podem oferecer possibilidades para fomentar um ensino mais efetivo, a partir da inserção de atividades lúdicas, debates de ideias, e elaboração de hipóteses, que são algumas das possibilidades dessas ferramentas tecnológicas para a prática docente, as quais podem resultar na melhor compreensão dos fenômenos químicos estudados (Santos; Pauletti, 2022).

Essas possibilidades foram estudadas e descritas, em um primeiro momento, a partir de pesquisa de duas áreas de conhecimento, a saber: a Informática e a pedagogia. O objetivo era oferecer ferramentas tecnológicas capazes de estimular a criatividade, o conhecimento, a busca de solução para situações-problema e a compreensão de conteúdos e/ou conceitos considerados abstratos; de forma a ordenar ideias e auxiliar na compreensão do mesmo, a partir da interação do estudante com a máquina computacional, de forma mediada e assistida pelo professor. Posteriormente, com a criação, e consolidação dos programas de Pós-graduação em Ensino de Ciências, as discussões sobre *softwares* e simuladores educacionais passaram a ser estabelecidas também no contexto específico da Química, acreditamos, então, ser necessário realizar uma reflexão sobre as características dessa ciência (Paula *et al.*, 2014).

Entre as reflexões candentes, está a de Maldaner (2013), a partir da análise de pesquisas de Alice Casimiro Lopes¹² sobre os currículos dos cursos da licenciatura em Química, que afirma que “a linguagem Química se apresenta de forma muito específica e ao mesmo tempo universal, assim como acontece na Matemática e na Música, e se apresenta como uma dificuldade adicional para os estudantes” (Maldaner, 2013, p. 203).

Compreendida como conhecimento humano do campo das chamadas Ciências Exatas e da Terra, tendo como objetivo investigar as transformações que ocorrem na matéria, por meio das reações químicas e sua interação com o meio, a Química se apoia em uma linguagem específica para expressar informações e organizar o pensamento racionalmente em torno delas – criada e amadurecida por sua comunidade. Essa linguagem possui palavras, símbolos e significados que não fazem parte do cotidiano das pessoas (Batista *et al.*, 2016). Portanto, as contribuições dos *softwares* e simuladores educacionais também estão relacionadas à familiarização e apropriação desse repertório da área, de suas formas específicas de comunicar e pensar.

¹² Alice Casimiro Lopes é coordenadora do grupo de pesquisa Políticas de Currículo e Cultura. Professora do Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (ProPEd/UERJ) e bolsista do CNPq e da Faperj. É autora de vários artigos, livros e capítulos de livros sobre currículo.

Juntamente com a consolidação da Química, enquanto ciência independente, os cientistas da área se apropriam do que Machado e Moura, (1995) denominam de linguagem para elaboração conceitual em Química. Palavras como soluções, energia de ativação, átomo, quantidade de matéria entre tantas outras, fazem parte do cotidiano dos professores de Química, e conseqüente também estão presentes na prática docente dos professores formadores, quando estes pretendem ensinar estes conceitos aos licenciandos. Nesta perspectiva, o papel da linguagem está relacionado com uma concepção que considera o processo de aquisição do conhecimento, como uma produção material e simbólica entre os seres humanos. Sobre esta consideração Machado e Moura, (1995, p. 27) argumentam que “se a linguagem é concebida como meio de transmissão de significados em uma via de mão única, reforça-se então a concepção do processo de ensino / aprendizagem como transmissão — recepção”. Com isso, o foco das atenções na sala de aula, não está no professor conforme os pressupostos do ensino tradicional, e também não está conteúdo a ser ensinado, mas sim nas interações e movimentações que acontecem ao longo do processo. Só há linguagem se há interação, e essa interação exige dinamismo entre as partes envolvidas, locutor-interlocutor, e no caso do ambiente educacional, entre professor e aprendiz. Ao se apropriarem desta linguagem, para a aquisição do conhecimento a ela atrelado, os estudantes de Química, podem se deparar com dificuldades que muitas vezes levam ao desânimo ou até mesmo a desistência do curso.

Não obstante, esses recursos são pertinentes de modos distintos a cada uma das seis principais grandes áreas de estudo da Química: 1) Inorgânica, 2) Analítica, 3) Físico-Química, 4) Orgânica, 5) Bioquímica e 6) Química de Materiais (Maldaner, 2013). Devido aos interesses próprios de cada subárea, existem diversos modelos teóricos de átomos, formas de representação de moléculas, teorias mecanísticas para o estudo de reações, equações, aplicação de modelos estatísticos, entre outros (Maldaner, 2013; Kenski, 2012).

Um exemplo de referencial teórico bastante citado na área, que contribui para uma explicação dessas dificuldades são os níveis de representação do conhecimento químico, propostos por Johnstone (1982), que considera que a Química pode ser visualizada em três níveis; 1) descritivo funcional; 2) atômico e molecular; e, 3) representacional. No primeiro nível, está presente a parte da química que podemos observar, descrever e mensurar a partir de propriedades, como, por exemplo, a densidade a cor e o odor. No segundo nível, estão os fenômenos que são observados no macroscópio, e pode ser aplicado em conceitos como íons, átomos, ligações químicas, moléculas, com o objetivo de fornecer uma imagem mental, um modo de pensar a partir de um modelo para racionalizar o nível descritivo. Já o último nível compreende o que chamamos de linguagem química, ou seja, a forma com que os estudiosos

da área utilizam para representar as substâncias e as transformações que elas sofrem, utilizando, para isso, as equações, os símbolos, os gráficos (Johnstone, 1982).

A apropriação dos três níveis de representação da Química são os passos necessárias para que os estudantes compreendam os conceitos dessa ciência, da maneira proposta por Machado e Moura, (1995). Pois, para uma compreensão adequada do conceito de energia de ativação por exemplo, é necessário que aprendiz passe pelos três níveis de representação da Química, para que dessa maneira o estudante associe corretamente os conceitos deste tipo de energia em sua elaboração conceitual. A partir desta reflexão, podemos argumentar que as TDCIs podem ser uma alternativa para potencializar este processo. *Softwares*, simuladores, mundos virtuais e realidade aumentada são algumas das tecnologias, que oferecem a possibilidade de contemplar os níveis descritivo funcional, atômico e molecular, e, representacional de forma concomitante e organizada (Mesquita; Mesquita; Barroso, 2021).

Para Giordan (2008), a utilização de *softwares* educacionais vem de longa data, tendo seu uso aumentado com a chegada de computadores nas escolas. Carvalho *et al.* (2022), argumentam em seus estudos que os *softwares* educacionais possibilitam a exploração de conceitos, o que permite, por exemplo, a construção de representações simbólicas e matemáticas e do nível molecular invisível. Nesse sentido, tendo em vista o caráter dinâmico e interativo dos *softwares* educacionais e simuladores, estes possuem a capacidade de estimular os estudantes a construir e desenvolverem as atividades que foram propostas, com a vantagem se de obter resultados imediatos que podem contribuir com a aprendizagem (Catelli, 2014).

Pauletti, Rosa e Catelli (2014), consideram que existem dois pontos principais que justificam a utilização de *softwares* e simuladores educacionais no Ensino de Química: o primeiro deles refere-se às possibilidades de modelização dos aspectos abstratos da Química, nos mais diversos tipos de representação, o que pode contribuir para a aprendizagem; o segundo ponto é referente à ideia de que esses artefatos tecnológicos são capazes de auxiliar os estudantes a realizarem a transição entre os níveis molecular e invisível, macro tangente e simbólico matemático. Nesse sentido, os três níveis representação da Química propostos por Johnstone (1982), em perspectiva de elaboração conceitual em Química Machado e Moura (1995) podem auxiliar os professores de Química na discussão de algumas das possibilidades dos *softwares* e simuladores educacionais no contexto do Ensino de Química, indo desde um facilitador dos conceitos/conteúdos abstratos, até a criação de um ambiente inovador, cooperativo e atrativo para aprender.

Sob outra perspectiva, e para retomar o meu posicionamento contra a plataformização das salas de aula em uma perspectiva fetichista, de forma a marginalizar o trabalho docente, não quero que este trabalho seja visto em uma perspectiva de que, em todas as situações, utilizar os *softwares*, simuladores ou qualquer outra tecnologia seja a chave para o sucesso da aprendizagem. Argumentamos que, ao serem utilizados estes artefatos tecnológicos, eles precisam fomentar e incentivar a aprendizagem da Química, para a formação do cidadão. Santos e Schnetzler (1996. p. 1) compreendem que “a função do ensino de química deve ser a de desenvolver a capacidade de tomada de decisão, o que implica a necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto social em que o aluno está inserido”.

Existe, então, a necessidade de que o estudante adquira conhecimentos de Química, para participar de forma mais significativa da sociedade atual, tomando decisões com consciência e sabendo das possíveis consequências (Santos; Schnetzler, 1996). E obviamente, esta função social do ensino de Química, não pode ser desconsiderada ao utilizar os *softwares* e simuladores educacionais no planejamento docente. É importante, então, considerar que, para que seja possível o sucesso ao utilizar essas ferramentas na prática docente, em um contexto de formação cidadã, é fundamental que se realize o planejamento das atividades, com objetivos de ensino pré-definidos, o que pode se apresentar como um desafio para os professores, quando se considera o contexto da educação básica brasileira (Brito; Silva, 2022).

Apesar disso, parece-me que a inserção das tecnologias digitais no currículo dos cursos, e, conseqüentemente, na prática docente dos professores formadores, é cada vez mais necessária. Quando considero a sociedade contemporânea em que vivemos, bem como as especificidades da Química, a manutenção das abordagens tradicionais e analógicas tende a contribuir para que a maioria dos estudantes reportem a Química como uma ciência de difícil compreensão, distante do cotidiano, desinteressante e que a mesma não figure entre as áreas profissionais que despertam maior interesse nos jovens.

Se os *softwares* e simuladores (ou qualquer outra tecnologia aplicada ao ensino de Química) não podem ser encarados como panaceia para estudantes e professores da área, sem eles, também, limitam-se as possibilidades de um ensino mais rico e coerente da área; e de uma aprendizagem significativa e perene. Assim, advogo em prol não só do uso de *softwares* e simuladores no processo de ensino e aprendizagem em sala de aula, mas também em prol de uma profícua utilização por parte dos professores formadores, o que exige, por sua vez, preparo inicial para tais usos, e também exige que as visões e perspectivas acerca dos processos de ensino e aprendizagem se modifiquem e sejam vistas de forma a encarar a tecnologia como algo presente em nossa sociedade, e que pode ser nossa aliada para uma efetiva prática docente.

3 LICENCIATURAS EM QUÍMICA NO BRASIL

Durante o Período Colonial Brasileiro, o Império e nas três primeiras décadas da República, não ocorreu a implementação de nenhuma universidade no país. As universidades foram criadas e instaladas de forma tardia, tendo sua efetivação no século XX, fato esse que confere ao Brasil o título de último país do continente americano a ter um sistema de ensino superior (Osório, 2009).

A primeira Instituição de Ensino Superior (IES) com concepção de universidade Brasil foi a Universidade do Paraná, com a criação dos cursos de Ciências Sociais e Jurídicas, Engenharia Civil, Odontologia, Medicina e Farmácia, em 1912, pela iniciativa privada (Siqueira, 2013). Em 1951 a universidade foi federalizada, passando a se chamar Universidade Federal do Paraná (UFPR). Em relação às universidades públicas, o governo da República Velha criou a Universidade do Distrito Federal do Rio de Janeiro (UDF), em 1920, sendo a primeira universidade brasileira criada pelo setor público, que a passaria a ser Universidade do Brasil (UB) em 1937, e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), de 1965 em diante (Costa; Kalhil; Teixeira, 2015).

Nesse contexto, os primeiros cursos de Licenciatura em Química foram criados na década de 1930. O primeiro deles foi o da Universidade de São Paulo (USP), em 1934, e fazia parte da faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da universidade, criada neste mesmo ano (Osório, 2009). Neste curso estava prevista a formação de professores para o Ensino Secundário (hoje denominado Ensino Médio), com a duração de três anos; seus concluintes recebiam o diploma de licenciados. Em relação à organização didático-pedagógica, o primeiro curso de Licenciatura em Química era organizado como o modelo três mais um (3+1), ou seja, os dois primeiros anos eram dedicados aos estudos de componentes curriculares específicas da área, e o último ano era destinado à formação pedagógica e didática (Mesquita; Soares, 2011).

O segundo projeto de professores de Química, foi desenvolvido na UDF, atual UFRJ em 1935. Considerado pioneiro para a época, o projeto focava especificamente na formação de professores, e contemplava propostas de cursos, com habilitação “ao magistério secundário, ao magistério normal, de administração e orientação escolar, além de cursos de extensão e formação continuada de professores” (Mesquita; Soares, 2011, p. 3). Havia o incentivo à pesquisa na área de formação inicial de professores, o qual refletia as ideias de Anísio Teixeira, um dos idealizadores da UDF. Esse incentivo era semelhante ao que acontecia no curso da USP, no qual era adotado o modelo 3+1, modelo esse que somente foi modificado em 1993, com o início do curso noturno na UFRJ (Costa; Kalhil; Teixeira, 2015).

A partir da década de 1950 muitas críticas foram tecidas sobre a organização e qualidade dos cursos de licenciatura oferecidos nas faculdades de Filosofia, Ciências e Letras, que foram sendo criadas pelo Brasil. O corpo docente era considerado precário, assim como a estruturação dos cursos, e as instalações e biblioteca das faculdades. Com a expansão dessas faculdades em 1965 elas somavam 44 unidades espalhadas pelo território brasileiro, que juntas ofereciam 500 cursos superiores, sendo que 12 desses eram cursos de Licenciatura em Química (Osório, 2009).

Mesquita e Soares (2021), ao consultarem dados Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), concluíram que, entre 1930 e 1965, além dos cursos da USP *campus* São Paulo e da UDF, havia outros 11 cursos de Licenciatura em Química no Brasil. A maioria dos cursos de Licenciatura em Química em atividade até 1965 estavam concentrados em capitais estaduais, como, por exemplo os cursos da Universidade Federal de Sergipe (UFS), instalado em Aracajú, e o curso da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), instalado em Porto Alegre. No interior do país, até o final década de 1960, a Licenciatura em Química era oferecida apenas pela USP, no campus de Ribeirão Pedro, no estado de São Paulo. Era também, ofertado pela Universidade de Uberaba (UNIUBE), no Triângulo Mineiro, e pela Universidade Estadual Paulista - Júlio Mesquita Filho (UNESP), no interior de São Paulo.

O curso de Licenciatura em Química que possui mais tempo de atividade no estado do Paraná iniciou a suas atividades em 1938, na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Paraná, instituição que foi incorporada à Universidade do Paraná em 1946. Tratava-se, como já historicizado, de um curso fomentado pela iniciativa privada, considerando que a federalização desta universidade aconteceu em 1951. Recentemente, este curso da UFPR completou 85 anos de existência e é considerado pioneiro no contexto da região sul do país (Porto; Kruger, 2013).

Segundo Souza (2012. p. 2) as “licenciaturas brasileiras, especificamente as licenciaturas em Química, padecem de um problema amplamente debatido, de uma formação fragmentada e pautada em uma formação do tipo 3 + 1”. Os três anos de formação específica mais um ano de disciplinas pedagógicas do modelo 3+1 são insuficientes para que o egresso do curso esteja preparado para os desafios da docência (Cerri, 2014). Entretanto, este modelo, que foi revogado na década de 1960, ainda foi utilizado durante vários anos seguintes, e ainda marca a mentalidade de muitos professores formadores e estruturas acadêmicas (Porto; Kruger, 2013).

Atualmente, ao realizar uma pesquisa na plataforma e-MEC, do Ministério da Educação e consultar os dados sobre o Ensino superior brasileiro, encontrei um total de 410 cursos de Licenciatura em Química em atividade no país, considerando os cursos oferecidos pelas universidades públicas e privadas, nas modalidades presenciais e Educação a Distância

(EaD). A expansão da oferta dos cursos e as mudanças ocorridas na sociedade, em relação a interação e usabilidade das tecnologias digitais, trouxeram novos desafios para a docência universitária.

Juntamente com esse processo de expansão dos cursos de Licenciatura em Química por meio da EaD, o censo da educação superior de 2022 que foi divulgado pelo INEP em outubro de 2023, apresenta um cenário preocupante para a formação de professores no Brasil. Os resultados apontam que, dos 1,6 milhão de estudantes regularmente matriculados em licenciaturas, 64% frequentam os cursos na modalidade a distância, e essa tendência é ainda mais expressiva, quando nos deparamos com os ingressantes do ano passado, a quantidade é ainda maior: 81% dos alunos de licenciatura entraram em cursos EaD, a maioria, em instituições privadas (INEP, 2022).

Especificamente no caso da Licenciatura em Química, este cenário não é diferente. Os estudantes ao ingressarem no curso tem optado por cursos na modalidade EaD na rede privada de Ensino, em contrapartida a procura por cursos de licenciatura em Química na modalidade presencial está cada vez mais baixa, na rede privada de Ensino, 97% das vagas estão ociosas, enquanto na rede pública o percentual de vagas ociosas chega a 46,4 %. Por fim, outro dado apontado no censo demonstra que entre 2013 e 2022 o curso de Licenciatura em Química acumula uma taxa de desistência de 65% (INEP, 2022). Os dados do censo me chamam a atenção enquanto pesquisador da área, o desinteresse pela formação em cursos de licenciatura e, conseqüentemente, pela carreira docente apontam para um problema multifatorial a ser enfrentado, com a necessidade de encontrar formas de modernização dos cursos e da atratividade da profissão docente.

3.1 PROFESSORES FORMADORES E OS DESAFIOS DA DOCÊNCIA UNIVERSITÁRIA EM UM CONTEXTO TECNOLÓGICO

Como já fora antecipado, este estudo tem por objetivo enunciar as compreensões dos docentes formadores de professores de Química sobre sua formação prévia e prática de ensino atual em relação aos *softwares* e simuladores educacionais aplicados ao ensino de Química, com vistas a formação dos licenciandos. Assim, os participantes da pesquisa são os professores formadores que atuam nos cursos de licenciatura em Química do Estado Paraná, em atividade na modalidade de educação presencial.

Faz-se necessário, portanto, compreender a identidade do professor formador das licenciaturas. Este pode ser entendido como aquele profissional que dedica seu trabalho e

profissão para a formação de outras pessoas, nos mais diferentes níveis de ensino. Esta compreensão se ampara no entendimento de Vaillant (2003), que argumenta que os formadores são profissionais que cumprem a função social de formar outras pessoas e que necessitam de capacitação suficiente para exercer as atividades de formação. Neste primeiro momento, podemos considerar que ser formador é sinônimo de ser docente, o que engloba as mais diversas áreas do conhecimento e níveis de ensino em que se pretende formar pessoas para exercer funções específicas.

Sobre esta primeira definição, Vaillant (2003, p. 283) considera que “o formador é um mediador entre os conhecimentos e as pessoas que devem adquiri-los”. O que independe do nível de ensino e do que se deseja aprender, e que nos faz compreender que o formador está presente em vários espaços da sociedade, em cursos profissionalizantes, em treinamentos que as empresas oferecem para seus funcionários, até mesmo quando vamos aprender a dirigir, e nos matriculamos em uma autoescola, nos deparamos com um formador que vai nos ensinar a atuar em alguma atividade. Partindo deste conceito mais geral, e considerando os objetivos deste trabalho, o que me interessa são aqueles profissionais que formam os estudantes do curso de licenciatura em Química, para que, futuramente, este estudante, seja um professor formador de outros estudantes na educação básica.

Apesar dos participantes deste estudo serem aqueles formadores que exercem a sua atividade profissional nos cursos de licenciaturas em Química, nas dependências das IES que ofertam os cursos, ministrando as disciplinas, argumento que, durante o percurso dos estudantes no curso de licenciatura, outros formadores exercem importantes funções, assessorando e realizando a orientação e a supervisão do estudante em práticas que fazem parte da formação inicial, como, por exemplo, os estágios obrigatórios e as atividades de extensão (Mizukami, 2005).

A definição de formador não fica limitada às funções exercidas por professores, como aqueles que são os participantes desta pesquisa, existe outro importante campo de atuação dos formadores que é o da formação continuada dos licenciados. Nesse caso, o formador atua como mentor do professor iniciante, por meio de programas de inserção profissional, e exerce o papel de assessores de formação, auxiliando o jovem docente no planejamento de suas atividades. Importante notar que, embora esse conceito seja discutido por Vaillant (2003) e Mizukami (2005), recentemente o estado do Paraná realizou um processo seletivo interno para selecionar professores mentores que irão acompanhar os professores aprovados no concurso público, durante os três anos de estágio probatório (SEED –PR) - o que não exime o poder público da

responsabilidade de ter demorado uma década entre o último concurso público e a citada seleção para o quadro próprio do magistério (QPM).

De qualquer modo, fica evidente que elaborar significados para conceito de formador não é tarefa fácil, ao passo que este profissional está presente em diversos espaços formativos da sociedade. Entretanto, apesar desta pluralidade, esses profissionais possuem em comum o fato de serem mediadores do conhecimento. Ao realizar a mediação da aprendizagem é necessário demonstrar um bom nível de coerência entre o discurso e prática, assumindo os valores que se pretendem transmitir e viver o compromisso com o exercício da profissão, independente do contexto em que esse conhecimento é veiculado e compartilhado (Ambrosetti *et al.*, 2020).

No escopo deste trabalho, aprofundarei as discussões especificamente sobre os formadores que atuam nos cursos de licenciatura no contexto de uma educação formal, ministrando as disciplinas do curso. Neste contexto específico, Mizukami (2005, p. 3) compreende que esses formadores são:

[...] todos os profissionais envolvidos nos processos formativos de aprendizagem da docência de futuros professores ou daqueles que já estão desenvolvendo atividades docentes: os professores das disciplinas de ensino e estágio supervisionado, os das disciplinas pedagógicas.

Os professores formadores atuantes nos cursos de licenciatura, e possuem, desta forma, características de sua atividade profissional que são diferentes daqueles formadores que são professores em outros cursos de graduação, como engenharias por exemplo. Essas características específicas foram discutidas por Mizukami (2005) e Ambrosetti *et al.* (2020), e os autores buscaram em seus trabalhos, compreender qual é a identidade docente dos professores formadores de futuros professores.

A primeira consideração importante sobre esta identidade do profissional formador de professores implica em dizer que eles são formadores de adultos, o que implica, por sua vez, em dizer que esses sujeitos em formação possuem um repertório de crenças, concepções e conhecimentos que foram construídos em sua trajetória de vida pessoal, e que todo esse repertório e trajetória não é apagado quando esse sujeito ingressa em curso de licenciatura. O segundo ponto importante corresponde ao fato de que esses formadores são profissionais que formam outras pessoas para uma atividade profissional, que possuem relação com situações de prática pedagógica, e muitas vezes são vistos como exemplo (positivo ou negativo) pelos estudantes em processo de formação.

Mizukami (2005) e Ambrosetti *et al.* (2020) argumentam ainda que os formadores exercem uma atividade relacional ao formarem outros docentes. Isso envolve a interação entre seres humanos, que possuem autonomia, sentimentos, valores, vontades, o que contribui para a motivação e intenções dos sujeitos em formação. A reflexão desses autores, sobre identidade dos professores formadores, traz como última consideração importante, o fato de que os professores formadores executam um trabalho social, desenvolvido em espaços institucionais, quando consideramos os profissionais que atuam nos cursos de Licenciatura ministrando disciplinas, esses espaços estão em constante transformação, o que acaba por conferir uma dimensão política ao trabalho desenvolvido pelos formadores.

Os pontos discutidos Mizukami (2005) e Ambrosetti *et al.* (2020) colaboram para argumentar sobre a complexidade do trabalho desenvolvido pelos formadores. Especificamente no contexto da formação de professores no Brasil, a complexidade do trabalho exercido pelos professores formadores está inserida em uma expansão da oferta de cursos de licenciatura, que aconteceu nos últimos anos nas universidades brasileiras. Junto a esta expansão da oferta, ocorreu a aprovação da lei das cotas em 2012, que foi reformulada em 2023 e passou a reservar vagas para quilombolas, nos cursos de graduação oferecidos pelas universidades públicas brasileiras (BRASIL, 2023).

Esta expansão da oferta de vagas e a aprovação da lei das cotas fez com que eu pudesse ter acesso ao ensino superior, no curso de Química da UTFPR. Por outro lado, estas políticas públicas aumentaram consideravelmente a diversidade dos estudantes que frequentam esses cursos, este espaço se tornou mais plural, com estudantes com bagagem cultural diversas, egressos de uma formação na educação básica diversa, o que obviamente ressignificou o trabalho dos professores formadores, deixando-o de certa forma, mais complexo e desafiador.

Para os autores Pimenta e Anastasiou (2014), os professores formadores estão inseridos no ensino universitário, e essa modalidade de ensino possui a sua função social, que no caso dos cursos de licenciatura, é a formação de professores. Além disso, compreende algumas práticas que são fundamentais para que os professores formadores executem com êxito esta função. Nesse sentido: 1) O conjunto conhecimentos métodos e técnicas precisa ser ensinado de forma científica, buscando a capacidade de reflexão, e a autonomia do licenciando. 2) É preciso considerar o processo de Ensino e Aprendizagem como uma atividade integrada ao processo investigativo, cabendo aos formadores o fornecimento de condições adequadas para isso, no que se refere à sua prática docente. 3) É fundamental que o ensino não seja limitado à transmissão de conteúdos, e sim por um processo de investigação dos conhecimentos. Além disso, é interessante que o formador em sua prática docente crie e recrie, se necessário, situações

que favoreçam a aprendizagem dos futuros docentes, e conheça o universo social, cultural e cognitivo dos licenciandos (Pimenta; Anastasiou, 2014).

Esta função social do ensino universitário, dos cursos de licenciatura, o contexto de expansão desses cursos e a aprovação da lei das cotas, me faz refletir sobre a atividade dos professores formadores, na medida em que parece ser insuficiente que esses professores tenham uma excelente formação técnica e/ou sejam pesquisadores nas áreas de conhecimento em que ministram as disciplinas, sendo necessário ter outros conhecimentos para que a função de professor formador seja executada com êxito.

Neste trabalho, busco fazer uma reflexão sobre quem são esses profissionais que estão atuando nas universidades brasileiras, e, mais especificamente, no contexto das Licenciaturas em Química dos cursos oferecidos na modalidade presencial no estado do Paraná. Tais profissionais têm a formação necessária para realizar a atividade de professor formador em um curso de licenciatura, e inserir os *softwares* e simuladores educacionais em sua prática docente, de forma que isso reflita positivamente na formação do licenciando? Este é uma discussão complexa, a qual será repercutida à frente.

Na mesma seara, Berger, Pereira e Costa (2020) buscaram identificar e compreender quais são os desafios que os docentes formadores de uma universidade estadual paranaense enfrentam em sua prática profissional. As autoras concluíram em seus estudos que os desafios diários da profissão estão relacionados aos seguintes pontos: 1) a preparação dos estudantes para o ensino superior; 2) com as políticas públicas educacionais e com o contexto educacional atual; 3) as condições oferecidas pela IES para execução da função de formador de professores. Elas registram que os formadores destacaram que o excesso de atividades de cunho administrativo, a cobrança por produtividade e as condições estruturais como fatores que dificultam as suas atividades de ensino e de pesquisa. Essas situações relatadas pelas autoras podem contribuir para as possíveis dificuldades que esses profissionais possuem em utilizar as TDICs no processo formativo dos licenciandos nos cursos de licenciatura em Química.

Sobre as dificuldades dos professores formadores de professores, em interagir, utilizar e incorporar as TDICs em sua prática docente, Siqueiro, Molon e Franco (2021) argumentam que um dos desafios apontados por esses profissionais é a necessidade de sempre buscar novos recursos e estratégias tecnológicas que possibilitem otimizar o processo de ensino e aprendizagem, tendo em vista que atualmente os aparatos tecnológicos tendem a ficar obsoletos de forma rápida. Um *software* educacional, por exemplo, pode sofrer atualizações em sua interface e adicionar e/ou removendo funções em um curto espaço de tempo, o que fomenta a

necessidade de os professores formadores terem um nível de fluência digital e se manterem constantemente atualizados.

Siqueiro, Molon e Franco (2021), compreendem que a fluência digital engloba as habilidades necessárias para a utilização de artefatos tecnológicos pelos formadores, nos contextos específicos desse meio como as redes, os computadores, os *softwares* e simuladores, e também às capacidades cognitivas, emocionais e éticas que são necessárias para aplicar essas tecnologias nas mais diversas situações que ocorrem na prática docente. Segundo os autores, é necessário ter criatividade para encontrar soluções que possam integrar as TDICs ao ensinar os conteúdos e/ou conceitos para os futuros professores. E, no contexto específico da formação de professores de química, o tipo de criatividade demandada pelos formadores está relacionado com a mobilização de habilidades para o planejamento docente, para organizar e articular os conhecimentos a serem ensinados aos licenciandos.

Já o trabalho de Cervera, Martínez e Mon (2016) discute aspectos relacionados ao planejamento docente e a fluência digital de professores formadores, tema de interesse desta pesquisa e do qual também se ocupa.

De modo hipotético, busca-se compreender, por exemplo, como uma professora formadora responsável por ministrar as aulas de química orgânica para licenciandos consideraria em seu planejamento docente os conceitos de reações de substituição eletrofílica bimolecular (SN₂); se haveria integração de *softwares* e simuladores educacionais nesta prática, por que, de quais modos? Isso porque, além do conhecimento prévio sobre esses artefatos tecnológicos, parece ser necessário que a formadora faça um exercício de reflexão considerando qual é o tipo de conhecimento específico que as reações SN₂ envolvem, além de se questionar sobre quais recursos tecnológicos podem ser utilizados no processo de Ensino e Aprendizagem que podem contribuir para o aprendizado das reações SN₂? É mais: faz-se mesmo necessário, relevante ou adequado incorporar esses recursos para ensinar as reações SN₂? Como ela e seus pares pensam e agem frente a tais questões são dimensões da formação dos professores de química que a documentação dos cursos não exhibe *per si*.

A prática docente dos professores formadores, neste contexto tecnológico em que estamos inseridos, não está vinculada apenas à oferta de estrutura física necessária e a disponibilidade de computadores, internet, laboratório de informática a disponibilização de *softwares* e/ou simuladores. Outros fatores são importantes, como desenvolvimento da fluência digital e o desenvolvimento intelectual dos formadores e dos licenciando, além da capacidade crítica de reflexão do uso dessas ferramentas. Essas habilidades ultrapassam os limites dos componentes curriculares presentes nas licenciaturas. Para isso, o aperfeiçoamento e as

condições necessárias para realizá-las são componentes fundamentais para a prática docente dos formadores.

4 PROPOSTA DE PESQUISA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo tem caráter qualitativo, tendo em vista que se debruça sobre o fenômeno social de formação de professores no âmbito de cursos de Licenciaturas. Segundo Gray (2017, p. 136):

A pesquisa qualitativa não é construída a partir de uma teoria ou abordagem metodológica unificada e pode adotar várias posturas e métodos, estes incluindo o uso de observações, entrevistas, questionários e análises de documentos.

Em investigações dessa natureza, os dados qualitativos podem ter múltiplas interpretações pois decorrem de uma análise subjetiva, interpessoal, sendo assim, mais ampla e muitas vezes mais conclusiva do que outras abordagens em termos teóricos, o que também inclui as reflexões dos pesquisadores (André, 2001; Gil, 2007; Gray, 2017; Mattar; Ramos, 2021)

Para melhor compreensão do fenômeno estudado, optei por dar relevância aos sentidos elaborados pelos sujeitos deste fenômeno, destacadamente formadores membros do corpo docente dos cursos de Licenciatura em Química, constituindo, estes, os participantes da presente investigação. Nesse sentido, este trabalho compreende a pesquisa descritiva explicativa, definida por Gil (2007, p. 42 - 43) como pesquisas que:

têm por objetivo estudar as características de um grupo: sua distribuição por idade, sexo, procedência, nível de escolaridade e identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos.

A pesquisa, portanto, de caráter qualitativo, com abordagem descritiva e explicativa, divide-se em três etapas: na primeira, uma revisão de literatura de caráter bibliométrico; na segunda, uma investigação empírica via aplicação de questionário *online* para professores formadores que ministram disciplinas de Química (Ensino de Química e parte diversificada nos cursos de Licenciatura em Química, na modalidade presencial, em atividade no Estado do Paraná); e, por fim, a terceira etapa engloba uma investigação documental no currículo dos formadores que responderam ao questionário aplicado (Plataforma *Lattes*).

4.1 REVISÃO BIBLIOMÉTRICA DE LITERATURA

Constituída de um campo de estudo das Ciências da informação e biblioteconomia, a Revisão Bibliométrica de Literatura (RBL) possui caráter metodológico qualitativo exploratório, e é utilizada para auxiliar no mapeamento de um campo científico. Nesse sentido a RBL se apresenta como um método de exploração das mais diversas referências sobre determinada área do conhecimento, auxiliando o pesquisador a compreender quais são as tendências de pesquisa sobre um tema (Lopes *et al.*, 2015; Mattar; Ramos, 2021).

Neste estudo, utilizei a RBL para identificar como se encontravam as pesquisas acerca de *softwares* e simuladores educacionais no contexto da formação de professores e do Ensino de Química. A partir de indicadores de atividade científica, mapeei a produção científica da última década (2012-2022) encontrada no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)¹³ e no gerenciador *Mendeley*¹⁴ no formato de artigo científico, publicado em periódicos de acesso aberto. Repetindo as estratégias metodológicas de outros trabalhos de revisão de literatura, como os de Valério e Junior (2019), Pauletti e Morais (2021) e Brito e Silva (2022), os critérios de descrição foram previamente definidos. Para refinar a busca, esses critérios relacionavam a formação de professores, os *softwares* e simuladores, as TDICs e o Ensino de Química. Dessa forma, os descritores utilizados no processo de seleção dos artigos em ambas as fontes de consulta, bem como o código que foi criado para simplificar a apresentação da quantidade de artigos encontrados e selecionados estão apresentados no Quadro 7.

QUADRO 7 - DESCRITORES UTILIZADOS PARA A BUSCA DE ARTIGOS

Código	Descritor utilizado (continua)
A1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “softwares”
B1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “softwares educacionais”
C1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “simuladores”
D1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “simuladores educacionais”
E1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “simulações virtuais”
F1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “tecnologias da informação e comunicação”
G1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “tecnologias digitais da informação e comunicação”

¹³ O portal de periódicos da CAPES pode ser acessado no link: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/> Acesso em: 09. Mar.2023.

¹⁴ O gerenciador Mendeley pode ser acessado no link: <https://www.mendeley.com/> Acesso em: 09. Mar.2023.

Código	Descritor utilizado (conclusão)
H1	“formação” AND “professores” AND Química” AND “ferramentas tecnológicas”
I1	“formação” AND “professores” AND Química” AND “TICs”
J1	“formação” AND “professores” AND Química” AND “TDICs”
K1	“Ensino” AND “Química” AND “softwares”
L1	“Ensino” AND “Química” AND “softwares educacionais”
M1	“Ensino” AND “Química” AND “simuladores”
N1	“Ensino” AND “Química” AND “simuladores educacionais”
O1	“Ensino” AND “Química” AND simulações virtuais”

FONTE: O autor (2023)

A opção metodológica por realizar a RBL a partir da seleção de artigos científicos se justifica porque tais produções acadêmicas constituem referência de maior alcance, estando mais facilmente à disposição do debate da área e, assim, constituindo arcabouço mais sólido em comparação às teses e dissertações (que, muitas vezes, os deram origem).

O portal de periódico da CAPES foi escolhido como fonte de consulta devido a sua relevância no cenário da pesquisa científica brasileira. O portal foi criado em 2000 para democratizar o acesso à informação científica e fortalecer a pós-graduação brasileira. Já a outra fonte, o *Mendeley*, é um gerenciador de referências e uma rede social acadêmica da editora Elsevier, que é utilizado por pesquisadores de todo o mundo para o gerenciamento de referências. Este recurso permite que pesquisadores compartilhem, leiam e busquem artigos e outros materiais acadêmicos em uma base de dados colaborativa (alimentada por aproximadamente seis milhões de pesquisadores) (Fiocruz, 2018).

A data de publicação dos artigos, conforme explicitado anteriormente foi limitada a dez anos, o que compreende o período entre 2012 e 2022. Além disso, utilizei o operador booleano “and”, conforme apresentado no quadro 7, para restringir a pesquisa e selecionar os artigos que possuíam a combinação dos termos empregados na busca do material.

Além disso, adaptei a estratégia de busca para cada uma das bases de dados consultadas: para o portal de periódicos da CAPES, foram utilizados os descritores conforme apresentados no Quadro 7. Já para o gerenciador *Mendeley*, os descritores foram empregados sem o uso de aspas.

A referida revisão visou identificar o *status* atual das pesquisas acerca de *softwares* e simuladores, além de obter um panorama geral de quais seriam esses *softwares* e simuladores educacionais. Interessava, também, uma melhor compreensão sobre de que forma esses recursos estariam inseridos no contexto da formação de professores e do Ensino de Química.

Este último aspecto, inclusive, ganhou relevância na medida e que a familiarização com o aporte teórico da área enriqueceu o desenvolvimento do instrumento de composição de dados elaborado (questionário).

Como resultado, foram acessados, então, 199 artigos capturados pela busca, sendo 48 do portal de periódicos da CAPES e 151 e do *Mendeley*, conforme é possível identificar no Quadro 8.

QUADRO 8 - SISTEMATIZAÇÃO DOS ARTIGOS ENCONTRADOS POR DESCRITOR

Código do descritor	Artigos Portal de Periódicos CAPES	Artigos Gerenciador <i>Mendeley</i>
A1	6	3
B1	0	0
C1	1	1
D1	0	0
E1	0	1
F1	4	23
G1	1	10
H1	0	0
I1	1	21
J1	1	1
K1	17	55
L1	6	19
M1	6	7
N1	0	2
O1	3	8
Total	48	151

FONTE: O autor (2023)

Cada artigo foi analisado, com o objetivo de selecionar aqueles que faziam parte do escopo deste estudo. Em um primeiro momento, realizei um processo de leitura flutuante no material selecionado, verificando títulos, palavras-chave, resumos, introdução, metodologia e resultados. Essas informações foram utilizadas para excluir do *corpus* de análise os artigos que estavam fora da temática do estudo. Foram assim desconsiderados aqueles artigos que não discutiam a utilização/aplicação/mediação de *softwares* e/ou simuladores educacionais aplicados ao Ensino de Química, independentemente do nível de ensino que o material relatava ou investigava; e também aqueles que não discutiam a formação de professores de Química, fosse ela inicial e/ou continuada, para a utilização de *softwares* e/ou simuladores educacionais em sua prática docente.

Ao aplicar este filtro de exclusão, cheguei a cinco artigos do portal de periódicos da CAPES e 70 do *Mendeley*. Destes, foram excluídos também os artigos duplicados, sendo 23 dos selecionados no portal de periódicos da CAPES e 35 do *Mendeley*). Além disso, 14 artigos do gerenciador *Mendeley* apresentaram acesso indisponível, fazendo com que a revisão bibliométrica de literatura compreendesse, por fim, um total de 52 artigos (20 do portal CAPES

e 32 do gerenciador *Mendeley*). No quadro 8 apresentamos o código do descritor e número de artigos encontrados em cada uma das bases de dados consultadas.

Ainda em análise do Quadro 8, como se pode identificar, a maior parte dos artigos selecionados são decorrentes do descritor K1, entretanto havia entre eles vários trabalhos duplicados. Outros descritores com uma quantidade relevante de artigos foram os descritores F1, I1 e L1. No Quadro 9 apresento a aplicação dos filtros de exclusão e quantidade de artigos que efetivamente foram analisados.

QUADRO 9 - APLICAÇÃO DOS FILTROS DE EXCLUSÃO PARA AS BASES DE DADOS

Fora da Temática	5 CAPES e 70 Mendeley	75
Duplicados	23 CAPES e 35 Mendeley	58
Acesso indisponível	0 CAPES e 14 Mendeley	14
Analisados	20 CAPES e 32 Mendeley	52
Total de artigos		199

FONTE: O autor (2023).

Os parâmetros utilizados para a análise do levantamento e constituição da RBL foram: 1) ano de publicação; 2) nível de Ensino (relatado ou investigado); 3) número de autores; 4) abordagem metodológica principal; 5) objeto de estudo; 6) *software* e/ou simulador educacional presente no estudo; e 7) instrumento de coleta de dados; e, 8) sugestões dos artigos de Valério e Júnior (2019); Pauletti e Morais (2021); e Brito e Silva (2022), que seguem métodos de revisão.

Na seção 5 a RBL concluída apresenta seus resultados, estabelecendo um panorama das pesquisas na área, complementando e enriquecendo o referencial teórico do trabalho para as análises seguintes – focadas nos documentos e questionário.

4.2 O LEVANTAMENTO DE CURSOS DE LICENCIATURA EM QUÍMICA EM ATIVIDADE NO ESTADO DO PARANÁ

Após mapeado o cenário acadêmico sobre os *softwares* e simuladores educacionais na formação de professores de Química, bem como no Ensino de Química, passou-se, então, à segunda etapa de pesquisa.

Um questionário *online* foi desenvolvido para ser aplicado aos professores formadores que lecionavam as disciplinas de Química, Ensino de Química e parte diversificada (disciplinas de Matemática, Física e possíveis optativas dos cursos) nas Licenciaturas da área em atividade

na modalidade presencial no estado do Paraná. O instrumento buscava compreender o que estes participantes conheciam e pensavam sobre o tema em discussão.

Para tanto, o primeiro movimento desta segunda etapa metodológica foi o levantamento, junto ao Ministério da Educação (MEC), da oferta vigente e atualizada dos Cursos de Licenciatura em Química no Estado do Paraná. Os dados que foram obtidos na plataforma oficial e-MEC. Foram identificados, na ocasião, 25 cursos em funcionamento, em modalidade presencial, em Instituições de Ensino Superior (IES) de natureza pública ou privada no estado do Paraná. Os dados detalhados foram registrados em uma planilha própria, para controle e consulta da pesquisa, acrescentando o nome e endereço eletrônico do coordenador, para posterior tentativa de contato. No quadro 10, apresento as informações que obtive sobre as IES federais.

QUADRO 10 - INSTITUIÇÕES FEDERAIS ENCONTRADAS NO LEVANTAMENTO.

IES	Campus	Habilitação	Modalidade (continua)
Universidade Federal do Paraná - UFPR	Curitiba	Licenciatura	Presencial
Universidade Federal do Paraná - UFPR	Palotina	Licenciatura	Presencial
Universidade Federal do Paraná - UFPR	Matinhos	Licenciatura	Presencial
Universidade Federal do Paraná - UFPR	Jandaia do Sul	Licenciatura	Presencial
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR	Apucarana	Licenciatura	Presencial
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR	Campo Mourão	Licenciatura	Presencial
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR	Curitiba	Licenciatura	Presencial
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR	Londrina	Licenciatura	Presencial
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR	Medianeira	Licenciatura	Presencial
Universidade Federal da Integração Latino-Americana – UNILA	Foz do Iguaçu	Licenciatura	Presencial
Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS	Realeza	Licenciatura	Presencial
Instituto Federal do Paraná – IFPR	Cascavel	Licenciatura	Presencial
Instituto Federal do Paraná – IFPR	Irati	Licenciatura	Presencial
Instituto Federal do Paraná – IFPR	Jacarezinho	Licenciatura	Presencial
Instituto Federal do Paraná – IFPR	Palmas	Licenciatura	Presencial

IES	Campus	Habilitação	Modalidade (conclusão)
Instituto Federal do Paraná – IFPR	Paranavaí	Licenciatura	Presencial
Instituto Federal do Paraná – IFPR	Pitanga	Licenciatura	Presencial
Instituto Federal do Paraná – IFPR	Umuarama	Licenciatura	Presencial

FONTE: Ministério da Educação (2023).

É possível perceber que a IES federal, que mais oferta cursos de licenciatura no estado é o IFPR, seguida da UTFPR e UFPR, em contrapartida a UNILA e a UFFS ofertam apenas um curso cada. No quadro 11, sistematizo a oferta de cursos das IES estaduais.

QUADRO 11 - INSTITUIÇÕES ESTADUAIS ENCONTRADAS NO LEVANTAMENTO.

Instituições de Ensino Superior	Campus	Habilitação	Modalidade
Universidade Estadual de Londrina – UEL	Londrina	Licenciatura	Presencial
Universidade Estadual de Maringá – UEM	Maringá	Licenciatura	Presencial
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE	Toledo	Licenciatura	Presencial
Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO	Guarapuava	Licenciatura	Presencial
Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR	União da Vitória	Licenciatura	Presencial
Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG	Ponta grossa	Licenciatura	Presencial

FONTE: Ministério da Educação (2023).

Apesar de ser menor, o número de cursos de licenciatura em Química ofertado pelas IES estaduais contempla importantes cidades do estado do Paraná, como Londrina (a segunda maior cidade do estado – 575 mil habitantes), Maringá e Cascavel que são municípios com população acima de 300 mil habitantes (IBGE, 2022). Além disso, das sete universidades estaduais do Paraná, apenas a Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) não está ofertando um curso de Licenciatura em Química na modalidade presencial, no momento em que realizo esta pesquisa. No quadro 12, apresento o curso que é ofertado por uma IES privada.

QUADRO 12 - INSTITUIÇÕES PRIVADAS ENCONTRADAS NO LEVANTAMENTO.

Instituição de Ensino Superior	Campus	Habilitação	Modalidade
Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR	Curitiba	Licenciatura	Presencial

FONTE: Ministério da Educação (2023).

Entre as IES privadas, apenas a PUC-PR está ofertando um curso de Licenciatura em Química que fica sediado na capital do estado. Outras instituições privadas já ofertaram o curso, como por exemplo a Universidade Pitágoras Unopar Anhanguera que encerrou as atividades do curso em 2021, e a Universidade Paraense, que finalizou a oferta do curso em 2018, nas cidades

de Arapongas e Umuarama respectivamente. Finalizada esta coleta de dados sobre os cursos, procedi com o contato com os coordenadores dos respectivos cursos, e também realizei o amadurecimento do referencial teórico da pesquisa, com vistas ao refinamento das questões e objetivos propostos (sobretudo, à elaboração do instrumento de composição dos dados).

4.2.1 Constituição e composição do grupo de participantes

Durante o processo de estruturação do questionário e planejamento de sua validação, iniciei o contato com formadores coordenadores dos cursos mapeados para composição dos quadros docentes definidos como universo amostral de participantes. Os contatos das coordenações foram, primeiro, obtidos junto à plataforma e-MEC (endereços eletrônicos). Após o primeiro disparo de mensagens, houve o retorno de somente cinco coordenações. Isto gerou a necessidade de avançar rumo à estratégia conhecida como “espiral” ou “bola de neve”, ou seja, ampliando o alcance da informação a partir dos sucessos já obtidos. Solicitei que essas coordenações acionassem outras de seu conhecimento, mas apenas duas outras vieram a compor o quadro amostral depois disso.

Percebendo a insuficiência da estratégia, optei pela busca ativa dos quadros docentes, a partir de outros canais de comunicação, institucionais ou não, considerando que muitos sítios *web* estão desatualizados. A busca pelo nome dos docentes nas páginas dos cursos na rede *web* e, principalmente, nos próprios Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs) permitiu a montagem de uma planilha com o quadro geral de participantes. Esta planilha foi refinada, limpa, aumentada e reduzida, na medida em que os contatos foram se confirmando: durante o processo descobrimos, até de modo informal, a troca de coordenações de curso, e que um ou outro professor não estava mais em uma determinada instituição. Usando também a rede de professores conhecidos pelos próprios pesquisadores (autor e orientador), bem como outros professores do PPGECEM, várias informações puderam ser acessadas com maior facilidade. Após algumas semanas de tabulação, concluímos, em um primeiro momento, que os 25 cursos de Licenciatura em Química em atividade na modalidade presencial no Estado do Paraná possuíam, aproximadamente, 560 docentes formadores de professores de Química.

Após esta primeira estimativa do quantitativo de formadores dos 25 cursos que foi realizada no ano de 2022, identifiquei que estava em andamento uma reformulação nos seus respectivos Projetos Políticos Pedagógicos (PPC) devido à obrigatoriedade de curricularização das atividades de extensão, visando atender a Resolução nº 7/2028 do Conselho Nacional de Educação (CNE), bem para atender a outras resoluções. Com isso, a página *web* de alguns dos

curso foi atualizada com a inclusão deste documento ou com a atualização da versão que se encontrava disponível. A partir desta atualização, durante o ano de 2023 foi possível atualizar a planilha, com a estimativa do grupo amostral. Houve uma queda do número aproximado de formadores para 510. Alguns PPCs novos chegaram a justificar a redução de seus quadros docentes devido à baixa procura do curso.

4.2.2 Elaboração, validação e aplicação do questionário

Após a tabulação das instituições, enquanto a composição do grupo amostral era constituída, os primeiros esboços do questionário *online* a ser aplicado aos professores formadores foram desenvolvidos. A opção pelo questionário se justifica pelo volume do universo amostral, que apresentava algumas centenas de possíveis participantes, considerando o interesse em enviar o questionário para todos os docentes dos cursos.

A inexistência de um instrumento específico na literatura, as peculiaridades do fenômeno proposto para o estudo e a importância da experiência de desenvolvimento de um instrumento de composição de dados para a formação do pesquisador, constituíram a justificativa pela escolha de elaboração de um questionário próprio, específico e autoral.

A versão final continha 13 questões, divididas em três seções. As primeiras quatro são todas fechadas e de caracterização, cujo propósito foi traçar o perfil do respondente. As questões de cinco a oito remeteram à formação, sendo a última uma questão, aberta. A questão nove solicitou ao respondente que rememorasse e descrevesse uma experiência de sala de aula. As questões 10 e 11, fechada e aberta, respectivamente, trataram do conhecimento dos *softwares* e simuladores educacionais mais comuns. A última seção contou com uma questão estruturada na escala *Likert*; e uma última questão aberta para que o formador relatasse uma experiência vivida com os softwares e/ou simuladores. A íntegra do questionário encontra-se no Anexo 2.

A fim de garantir o devido rigor metodológico, submeti o questionário a testes de validação de forma e conteúdo, conforme sugerido pela literatura (Synodinos, 2003; Vieira, 2009). Optei, primeiro, por uma validação de face feita por pares experimentados, de modo que o questionário foi apresentado a três pesquisadores versados na área de Ensino de Química, um deles, especificamente, na área de Tecnologias Educacionais. Em seguida, submeti o questionário a um processo de validação piloto com nove professores universitários que ministravam disciplinas em cursos Licenciaturas em Química em outros três estados brasileiros. Para estes dois processos houve a simulação das respostas ao questionário, e, posteriormente, o preenchimento de um formulário específico de devolutiva comentando sobre a forma e o

conteúdo das questões (Quadro 13); sua organização e relevância, considerando os objetivos do estudo (Quadro 14). Ambos os processos de validação tinham como objetivo eliminar possíveis ambiguidades do instrumento, bem como redundâncias, omissões e dificuldades de compreensão.

No caso do questionário piloto (aplicação em uma amostra reduzida, mas representativa), considerei o universo amostral de aproximadamente 510 professores e a taxa de retorno média descrita na literatura para esse tipo de instrumento de coleta de dados, que varia entre 15 e 30%, conforme apontado por Gil (2007) e Vieira (2009). Assim, sugestionou-se uma quantidade de repostas adequada entre 76 e 153. A partir desta taxa de retorno média, defini a quantidade de professores necessária para a aplicação do questionário piloto e validação do instrumento (segundo a literatura da área, devendo ser realizada com um grupo de cinco e 10% da taxa de resposta esperada). O questionário-piloto foi aplicado, então, com nove professores.

A escolha de professores de outros estados para o piloto deu-se pelo pareamento do perfil e pela facilidade de acesso, antes mesmo de iniciar os contatos com a amostra potencial. Considerando a perspectiva qualitativa do fenômeno, e a estrutura heterogênea do instrumento, não se compreendeu necessário ou viável a aplicação de testes estatísticos de confiabilidade. Os procedimentos de validação foram orientados conforme a literatura da área, utilizando o trabalho dos autores (Fonseca, 2002; Coutinho, 2015; Gray, 2017, Choen, Manion e Morrison, 2018). No quadro 13 apresento as questões que solicitei para os avaliadores especialistas, no formulário de devolutiva.

QUADRO 13 - PROCEDIMENTO ADOTADO NA VALIDAÇÃO POR ESPECIALISTAS

I.As questões estão suficientemente claras?
II.As questões estão bem-organizadas e podem ser respondidas no tempo previsto?
III.A relação entre motivação e fadiga para responder o questionário é equilibrada ou não tende ao abandono pelo respondente?
IV.O conteúdo das questões se mostra adequado e suficiente frente aos objetivos da pesquisa?

FONTE: Adaptado de Gray (2017) e Coutinho (2018).

Ao finalizar a avaliação por especialistas, e continuar a validação do questionário agora com a amostra piloto, outro formulário de devolutiva foi elaborado conforme eu apresento no quadro 14.

QUADRO 14 - PROCEDIMENTO ADOTADO NA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PILOTO.

Perguntas utilizadas (continua)
I. Foi difícil responder alguma das perguntas?
I. Preciou ler mais de uma vez alguma pergunta?

Perguntas utilizadas (conclusão)
III. Sentiu que deveria responder algumas das perguntas mais detalhadamente?
IV. Não gostou de alguma das perguntas?

FONTE: Adaptado de Gray (2017) e Coutinho (2018).

Após a validação do questionário, analisei as devolutivas e procederam-se as correções pontuais no instrumento de coleta de dados produzido pelos pesquisadores (autor e orientador). As solicitações e correções solicitadas por um dos especialistas, julgada pertinentes, estão descritas no Quadro 15:

QUADRO 15 - FEEDBACK DO PROFESSOR ESPECIALISTA

As questões estão suficientemente claras?	Avaliador especialista 1: “Não, tem uma ou duas questões que não estão claras, contudo, não anotei qual(is) questões eram e agora não consegui consultar o formulário novamente. Uma que me recordo é a questão que perguntava se havia utilizado os <i>softwares</i> na graduação, mas ficou confuso se era na minha formação ou enquanto docente de formação de professores. Outra questão, exigia em caso de ter respondido afirmativo a questão que explicasse e como minha resposta foi negativa, não foi possível avançar, pois a resposta era obrigatória, contudo, indiquei isso na resposta”.
As questões estavam bem-organizadas e podiam ser respondidas no tempo previsto?	Avaliador especialista 1: “Minha sugestão seria criar seções, por exemplo: seção 1: dados pessoais / seção 2: formação inicial e continuada (docente) e conhecimento dos softwares e simuladores / seção 3: conhecimento dos softwares e simuladores na formação de professores....”

FONTE: O autor (2023).

Já para a validação, enviei um convite àqueles professores selecionados. Foram enviados também o *link* de acesso ao instrumento e o formulário de devolutiva. Nesta etapa, nenhuma devolutiva solicitou correções no questionário, no que se refere à dificuldade em responder, em interpretar as perguntas, e o nível de detalhamento de repostas que o questionário permite. Apenas questões de grafia foram sinalizadas.

Com o instrumento validado, iniciei a aplicação com formadores participantes da pesquisa. O questionário foi enviado via correio eletrônico e/ou também via mensagem a partir do currículo lattes. Um total de 38 respostas dos formadores participantes foi recebida. Com o objetivo de aumentar o quantitativo de repostas, solicitei a alguns dos formadores que já haviam respondido que enviassem o questionário para outros formadores que eles conheciam. Com esse movimento em espiral o número de repostas subiu para 53. Finalmente, coletei também endereços eletrônicos dos formadores que ainda não tinham respondido ao questionário (por meio de artigos científicos por eles publicados) e percebi que, em alguns casos, este

endereço de e-mail era diferente daquele institucional que já tínhamos acesso. Além disso, também foi possível encontrar, a partir da pesquisa dessas publicações, o correio eletrônico de formadores que não haviam sido contatados anteriormente por e-mail, mas apenas pelo currículo lattes.

Com a finalização do envio a todos os contatos obtidos, o número de participantes alcançou 77, com todas as instituições públicas contempladas (apenas a instituição confessional privada não forneceu nenhuma resposta). Nestes termos, a busca foi concluída. Um posterior estudo do grupo apontou que 65 participantes eram, efetivamente, professores que atualmente são formadores em curso de licenciatura em Química em atividade na modalidade presencial no estado do Paraná e, portanto, constituem o grupo de formadores analisados.

4.3 A IDENTIFICAÇÃO DOCUMENTAL DO GRUPO DE PARTICIPANTES

Como forma de complementar as informações obtidas nas respostas à seção inicial do questionário, foi empreendida uma pesquisa documental em seus devidos currículos *Lattes* dos respondentes. A pesquisa documental apresenta inúmeras vantagens para o pesquisador, quando se considera que ela se constitui de uma fonte rica e estável de documentos, impressos ou não, que estão vinculados a órgãos, secretarias e entidades oficiais do estado, não exigindo, para seu acesso, contato direto com os sujeitos da pesquisa (Gil, 2007).

No contexto da academia brasileira, a Plataforma *Lattes*, que é um instrumento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), órgão vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) se apresenta como fonte dos currículos acadêmicos oficiais dos formadores e pesquisadores brasileiros.

Os currículos dos 65 formadores que responderam ao questionário foram acessados e os dados sobre a sua formação acadêmica, instituição de formação, áreas de atuação e projetos de pesquisa em andamento foram registrados em uma planilha. Este movimento metodológico se justificou pela importância da caracterização dos formadores participantes, ampliando as possibilidades analíticas a partir do estudo de perfis que eventualmente viessem a sugerir alguma estratificação do grupo.

Os dados coletados referentes à formação acadêmica foram: o curso de graduação no qual eles são egressos, e as pós-graduações que foram realizadas, sejam elas em nível de especialização e/ou mestrado e doutorado, e também foram coletadas as instituições de ensino superior no qual essa trajetória acadêmica foi realizada. Os dados sobre as áreas de atuação, e

os projetos de pesquisa que os formadores estão realizando nas IES em que estão vinculados, foram coletados para complementar a caracterização dos participantes.

Cumprе salientar que esta pesquisa documental no currículo *Lattes* permitiu uma redução no número de questões do questionário, ação que, segundo Vieira (2009) e Gil (2007) tende a ampliar a taxa de retorno para este tipo de instrumento.

4.4 A ANÁLISE DE DADOS DO QUESTIONÁRIO

Conforme relatado na seção 4.3.2 o questionário que foi aplicado aos professores formadores possui 13 questões, entre formatos fechados e abertos. Os dados obtidos com a aplicação do questionário foram agrupados em três seções (conforme apresento no anexo B). A primeira seção foi denominada caracterização do participante; a segunda, formação continuada; e a terceira, prática docente. Esta organização do questionário foi realizada para que a análise dos dados fosse mais consistente, conforme indicam os autores Coutinho, (2015); Gray (2017), Choen, Manion e Morrison, (2018).

Os dados foram analisados (conforme disposto no Quadro 16) e apresentados na seção de resultados deste trabalho (capítulo 5).

Os resultados das questões fechadas e em escala *Likert* foram descritos e analisados em diálogo com a literatura (Coutinho, 2015; Ramos; Matter, 2021), enquanto as questões abertas tiveram um olhar específico a partir da Análise Categoria Temática de Conteúdo (Moraes, 1999; Rocha; Deusdará, 2006; Caregnato; Mutti, 2006; Pádua, 2012; Bardin, 2015).

QUADRO 16 - SISTEMATIZAÇÃO DA ANÁLISE DE DADOS REALIZADA.

Seção do questionário	Perguntas do questionário	Método de análise e/ou ação do pesquisador (continua)
Caracterização dos participantes	Você é professor/a de um Curso de Licenciatura em Química, Licenciatura em Ciências Exatas - Habilitação em Química na modalidade presencial?	Questão de confirmação do público-alvo (sem coleta de dados para análise).
	Qual seu o tempo de atuação como docente no Ensino superior? (considere todas as instituições que já trabalhou)	Questão de caracterização dos formadores (utilizada como suporte na análise das questões posteriores).
	Seu currículo na Plataforma Lattes encontra-se atualizado com seus dados de formação acadêmica e atuação atual?	Questão para confirmação. Os dados que foram coletados do currículo lattes. Os dados foram a luz do referencial teórico conforme os autores

		Ramos; Matter (2021); Coutinho (2015).
Seção do questionário	Perguntas do questionário	Método de análise e/ou ação do pesquisador (continuação)
	Qual é a sua faixa etária?	Questão de caracterização dos formadores (utilizada como suporte na análise das questões posteriores).
Formação continuada	Durante as disciplinas que você cursou na sua graduação ocorreu algum contato com os <i>softwares</i> e simuladores Educacionais?	Análise a luz do referencial teórico conforme os autores Ramos; Matter (2021); Coutinho (2015). E cruzamento de dados com a faixa etária.
	Em sua formação na pós-graduação (especialização, mestrado e/ou doutorado) ocorreu algum contato com os <i>softwares</i> e simuladores Educacionais?	Análise a luz do referencial teórico conforme os autores Ramos; Matter (2021); Coutinho (2015). E cruzamento de dados com a faixa etária e contato com os <i>softwares</i> e Simuladores Educacionais, na graduação.
	Como formação continuada e/ou complementar, você possui ou fez algum aperfeiçoamento (curso, oficina, <i>workshop</i> ou afins) sobre o uso de " <i>Softwares</i> e Simuladores" Aplicados a Ensino.	Análise a luz do referencial teórico conforme os autores Ramos; Matter (2021); Coutinho (2015). E cruzamento de dados com o tempo de atuação, enquanto professor do ensino superior.
	Descreva qual foi a sua motivação de realizar essa formação complementar e/ou aperfeiçoamento? (caso tenha realizado).	Análise de conteúdo temática (Bardin, 2015).
Prática docente	Agora, considerando sua prática docente (você enquanto professor de Química, Ensino de Química e/ou parte diversificada do curso), você utiliza ou recorda já ter utilizado em sala de aula algum <i>software</i> e/ou simulador educacional? Se sim, qual(is)?	Análise a luz do referencial teórico conforme os autores Ramos; Matter (2021); Coutinho (2015). E cruzamento de dados com o resultado da revisão bibliométrica de literatura.
	Você conhece alguns dos <i>softwares</i> e simuladores educacionais abaixo? *A íntegra do questionário se encontra no anexo B.	Análise a luz do referencial teórico conforme os autores Ramos; Matter (2021); Coutinho (2015). E cruzamento de dados com o resultado da revisão bibliométrica de literatura.
	Você conhece algum outro (mesmo que não tenha utilizado em sua prática docente) <i>software</i> e/ou simulador educacional, executando-se os citados na questão anterior? Se sim quais?	Questão complementar a anterior. O mesmo método de análise foi utilizado.
	A literatura da área mostra que são muitas as dificuldades para que professores conheçam e utilizam recursos educacionais digitais (<i>softwares</i> e simuladores) Com quais das dificuldades abaixo você	Análise a luz do referencial teórico conforme os autores Ramos; Matter (2021); Coutinho (2015).

	concorda, considerando sua opinião e experiências próprias? *A íntegra do questionário se encontra no anexo B.	
Seção do questionário	Perguntas do questionário	Método de análise e/ou ação do pesquisador (conclusão)
	Relate e comente uma experiência que você tenha vivido com o uso de software s e/ou simuladores no ensino de Química ou em outras disciplinas do curso, seja enquanto estudante ou docente, com a maior quantidade de detalhes que conseguir rememorar.	Análise de conteúdo temática (Bardin, 2015).

FONTE: O autor (2023).

4.4.1 A análise categorial temática de conteúdo

A Análise de Conteúdo (AC) proposta por Bardin (2015) foi utilizada para explorar as duas questões abertas do questionário, conforme sistematizei no Quadro 16. Escolhi este artefato epistemológico no sentido de viabilizar um registro organizado e sistemático das respostas apresentadas sob o formato de texto. Para Moraes (1999), a AC se apresenta como uma metodologia de análise de dados capaz de descrever e interpretar os conteúdos de comunicação por meio de uma descrição sistemática, para que as mensagens presentes nos dados sejam reinterpretadas, e seus significados sejam compreendidos.

Nos contextos das pesquisas em Ciências Sociais, Educação e Ensino, a AC desempenha um importante papel, analisando com profundidade a subjetividade do pesquisador, e reconhecendo a inexistência de neutralidade entre o pesquisador, o contexto em que ele está inserido e os objetivos da pesquisa (Bardin, 2015). Em relação a essa subjetividade, Moraes (1999, p. 3) argumenta que “de certo modo, a análise de conteúdo é uma interpretação pessoal por parte do pesquisador com relação à percepção que tem dos dados”, não sendo possível, dessa forma, uma leitura neutra, todas as leituras irão constituir uma interpretação.

A AC foi organizada em suas três fases cronológicas: I) pré-análise, II) análise do material e III) tratamento dos resultados, que levaram às possíveis inferências e interpretações. Na fase de pré-análise, o primeiro movimento foi a limpeza do grupo de respostas – ou seja, eliminação do estudo daquelas respostas que não comunicavam com a problemática da pesquisa (p.ex. “*nada a relatar*” ou “*nenhuma experiência*”). Trata-se do que Sousa e Santos (2020, p. 7) registram quando defende que “nem todos os documentos selecionados inicialmente farão parte da amostra”.

Na segunda etapa, procedi com a análise do *corpus*: as respostas do questionário foram selecionadas, organizadas e codificadas. Para isso, as respostas das duas questões abertas receberam o código PF(n)-FC (professor formador – formação complementar) e PF(n)-RE (professor formador – relato de experiência), para a questão sobre motivação da realização da formação complementar, e para a questão de relato de experiência respectivamente, sendo o (n) especificando o número do professor respondente. Esta codificação foi necessária para identificar de forma rápida cada excerto/resposta/recorte de texto a ser analisado.

Após a etapa de codificação, foram organizadas as unidades de registro e das unidades de contexto. Cardoso, Oliveira e Ghelli (2021, p. 9) orientam que a unidade de registro é a “a unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base [...] conforme o material de pesquisa, a unidade pode ser: a palavra, a frase, o tema, ou mesmo os documentos em sua forma integral”. Já a unidade de contexto apresenta-se como um excerto do material que está em análise, que possibilita compreender a significação da unidade de registro. Para a melhor compreensão, toma-se como exemplar a resposta do participante PF53-FC, de onde se registrou a seguinte unidade de contexto (excerto da resposta na íntegra) “*pandemia acelerou o processo*”. Desta, emergiu (fora interpretada) a unidade de registro: “*ensino remoto*”.

O acervo de unidades de registro foi, por fim, alvo de reduções temáticas até a elaboração das categorias iniciais (temas). Estas, por sua vez, foram sintetizadas nos eixos temáticos da pesquisa (categorias intermediárias). Por fim, uma terceira redução temática permitiu alcançar as categorias finais de análise. Neste processo buscou-se a exclusão mútua (a mesma unidade de registro não pode estar em duas categorias diferentes), o princípio da homogeneidade (deve-se utilizar um único critério para constituir as categorias), e a manutenção da pertinência (aderência da categoria aos objetivos da pesquisa e ao referencial teórico) - conforme Bardin (2015).

Finalmente, as categorias de análise foram abertas como textos interpretativos, promovendo diálogo entre as unidades de contexto e a literatura sobre o tema. Trata-se do momento de “confrontação entre teoria fundante, objetivos, hipóteses e achados da pesquisa, a fim de proceder inferências e redigir sínteses interpretativas”, como desenvolvido por Cardoso; Oliveira; Ghelli (2021, p. 13). No quadro 17 sistematizo o movimento de redução temática para a primeira categoria de análise que emergiu (referente a questão aberta sobre a motivação para a realização da formação complementar).

QUADRO 17 - MOVIMENTO DE REDUÇÃO DA CATEGORIA I

Unidades de contexto	Unidades de Registro	Temas	Eixo Temático da pesquisa	Categoria de análise
21	21	4	3	1

FONTE: O autor (2024).

De forma semelhante, no quadro 18 apresento o movimento de redução temática para às outras duas categorias de análise que emergiram no processo de redução temática, desta vez as categorias referem-se à questão aberta sobre a experiência dos formadores com *softwares* e/ou simuladores educacionais enquanto estudantes e/ou docentes.

QUADRO 18 - MOVIMENTO DE REDUÇÃO DA CATEGORIA II E III

Unidades de contexto	Unidades de Registro	Temas	Eixo Temático da pesquisa	Categoria de análise
55	55	5	3	2

FONTE: O autor (2024).

A opção pela Análise de Conteúdo Temática tendo como *corpus* textual as respostas às questões abertas do questionário se articula diretamente ao objetivo primeiro deste trabalho, que propôs a enunciação das compreensões dos docentes formadores de professores de Química sobre sua formação prévia e prática de ensino atual em relação aos *softwares* e simuladores educacionais aplicados ao ensino de Química, com vistas a formação dos licenciandos.

Neste sentido, as etapas técnicas da AC (da pré-análise à interpretação, passando pela categorização) se faz coerente, visto que nesse processo o pesquisador mostra o que recolheu (registros de comunicação) e explica tais mensagens (seu conteúdo) à luz de sua própria perspectiva do problema (Bardin, 1977; Moraes, 1999; Campos, 2004).

Essa extração de significados das mensagens, sua organização e sistematização, constituem o processo heurístico da AC - narrada nesta seção. Conforme sugere Moraes (1999), o referencial teórico é que permite a compreensão do contexto, tornando o pesquisador minimamente apto e legítimo para entender os textos (que analisa) e propor interpretações a seu respeito.

Entendendo os fenômenos da educação e do ensino em toda sua contingencialidade e historicidade; as pesquisas qualitativas como construtos científicos legítimos, faz-se saber que não se propõem aqui verdades, mas verossimilhança, tampouco se propõe provas lógicas, mas sim a argumentação subjetiva devidamente fundamentada.

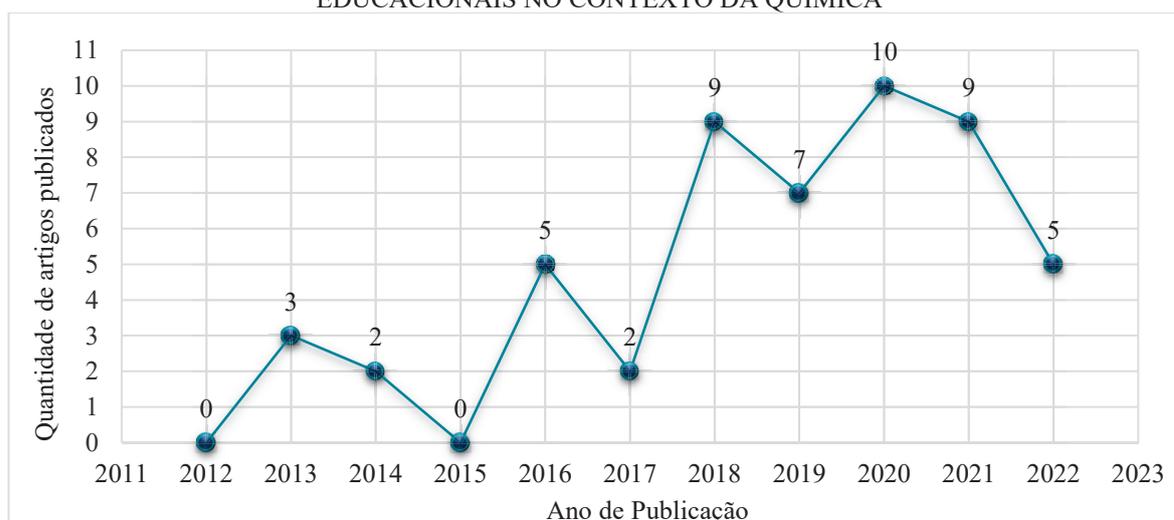
5. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA DE LITERATURA

Rememorando o quadro nove, o *corpus* de análise da revisão esteve composto por um total de 52 artigos científicos, sendo 20 artigos do portal de periódicos da Capes e 32 artigos do *Mendeley*. A intenção desta RBL foi de reconhecer o panorama das discussões acadêmicas sobre as possibilidades dos *softwares* e simuladores educacionais para o Ensino de Química e a formação de professores, e a partir dela se constituiu o substrato teórico para elaboração do instrumento de tomada de dados (o questionário *online*).

No portal de periódicos da CAPES e no *Mendeley*, não foram encontradas produções nos anos de 2012 e 2015; houve apenas três produções em 2013; duas em 2014 e outras duas 2017. O volume de publicações não se apresenta de forma linear, porém, observa-se uma tendência de retomada do crescimento no triênio 2020-2022, onde se concentram 24, dos 52 artigos.

Esses artigos apontam para uma perspectiva de que os *softwares* e simuladores educacionais, e sua repercussão na formação de professores de Química, apresentaram-se como um uma crescente de pesquisa na última década (2012-2022), no Brasil. No Gráfico 1, apresento a distribuição da produção brasileira na última década.

GRÁFICO 1 - DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO BRASILEIRA SOBRE *SOFTWARES* E SIMULADORES EDUCACIONAIS NO CONTEXTO DA QUÍMICA

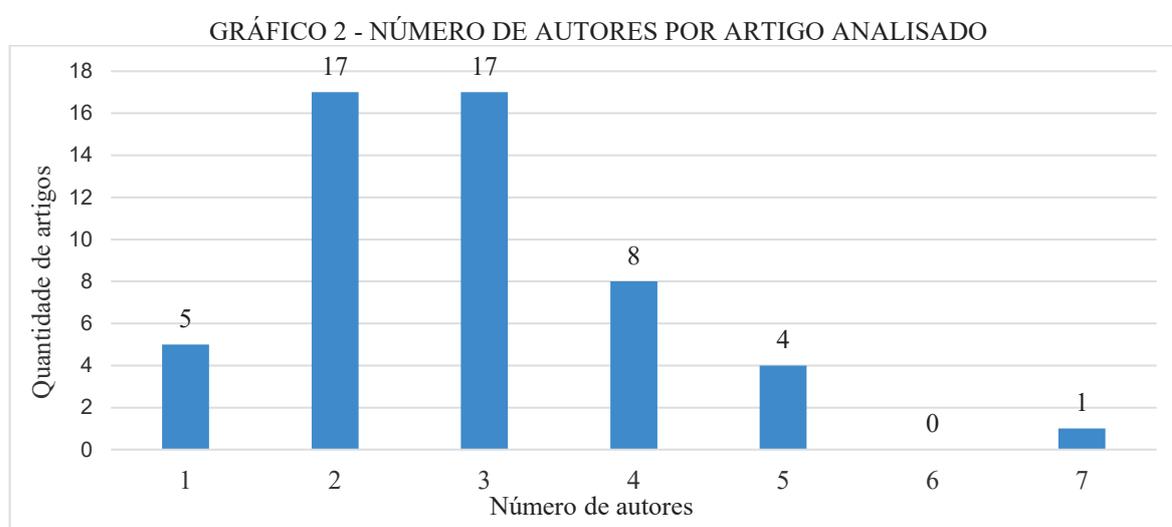


FONTE: O autor (2023).

O *corpus* de análise, como anunciado anteriormente, compreende os artigos completos publicados em periódicos acadêmicos na última década (2012-2022). Outro parâmetro importante a ser analisado foi a quantidade de autores presentes em cada um dos artigos:

enquanto 17 dos 52 trabalhos possuíam dois autores e outros 17, três, quatro trabalhos eram de autoria de apenas um pesquisador. Identifiquei também um artigo desenvolvido por sete autores.

O número de autores, bem como a observação dos seus vínculos institucionais denota um padrão para a produção acadêmica da área: a maior parte do conhecimento produzido vem de pesquisadores vinculados aos programas de pós-graduação da área de Ensino Ciências, Educação e Informática na Educação. Apresento, no Gráfico 2, a distribuição do número de autores.



FONTE: O autor (2023).

Em relação ao escopo, 17 dos 52 artigos analisados foram classificados como relato e avaliação de experiências didáticas. Nesta categoria estão presentes aquelas produções que focam em registrar e avaliar a experiência com *softwares* e simuladores educacionais no Ensino de Química e/ou na formação de professores. São comunicações de pesquisas que possuem um rigor metodológico maior e apresentam importantes reflexões sobre a experiência realizada. Enquanto isso, os relatos de experiência simples correspondem a sete trabalhos. Ainda estão presentes no escopo, os artigos de revisão bibliográfica e de revisão sistemática de literatura, e também o material que classificamos como estudos teóricos. Os artigos de revisão bibliográfica e de revisão sistemática de literatura compreendem um total de 13 trabalhos. Esses materiais possuem seu foco em apresentar e discutir os resultados de um possível Ensino de Química com a utilização dos *softwares* e/ou simuladores educacionais no contexto do Ensino Médio. Entretanto, nenhum deles tinha como objetivo discutir essa temática em outros níveis de Ensino, tampouco tratam do contexto dos professores formadores.

Já os estudos teóricos correspondem àquelas publicações que apresentavam um estudo sobre produção e/ou avaliação de *softwares* e de simuladores educacionais para o Ensino de Química, associado, em boa parte das vezes à formação de professores e/ou a temas como gamificação. Tratam-se, portanto, de artigos que têm como objetivo descrever o processo de criação do *software* desde a linguagem de programação utilizada até a avaliação do seu funcionamento no sistema operacional para qual ele foi projetado. E também, aqueles artigos que tratam da formação de professores para o Ensino de Química no contexto dos *softwares* e de simuladores educacionais. No Quadro 19, apresento a sistematização do escopo do material selecionado.

QUADRO 19 - CARACTERIZAÇÃO DOS TRABALHOS POR ESCOPO

Escopo	Quantidade de artigos
Relato e avaliação da experiência didática	17
Revisão bibliográfica	8
Estudo teórico	15
Relato de experiência simples	7
Revisão sistemática de literatura	5

FONTE: O autor (2023).

Outro parâmetro avaliado foi a abordagem metodológica dos artigos, conforme apresento no Quadro 20. A maioria dos trabalhos, 37 artigos, possuem como abordagem metodológica a pesquisa qualitativa. Nesta categoria, estão presentes os relatos e avaliação de experiência didática, que foram definidos como pesquisas de caráter qualitativo pelos seus respectivos autores. Além disso, os trabalhos que tinham como objetivo a criação e/ou avaliação de *software* educacional também se enquadram nesta abordagem, já que os autores dos referidos estudos objetivavam compreender de que forma o *software* criado e/ou avaliado pode contribuir para o Ensino de Química, e quais são as suas possibilidades para a área.

Apenas três artigos apresentam-se com caráter metodológico “quali-quantitativo”, e são aqueles trabalhos em que se utilizou mais um instrumento de coleta de dados: por exemplo, um questionário com questões fechadas e entrevistas semiestruturadas. Além disso, 12 dos 52 artigos do *corpus* não apresentam o caráter metodológico definido pelos autores, sendo que a maioria deles são os relatos de experiência simples. Esta omissão de aspectos metodológicos acaba por fragilizar o conhecimento que é produzido sobre tema, tendo em vista que esta é uma etapa fundamental para a produção científica.

QUADRO 20 - ABORDAGEM METODOLÓGICA EMPREGADA

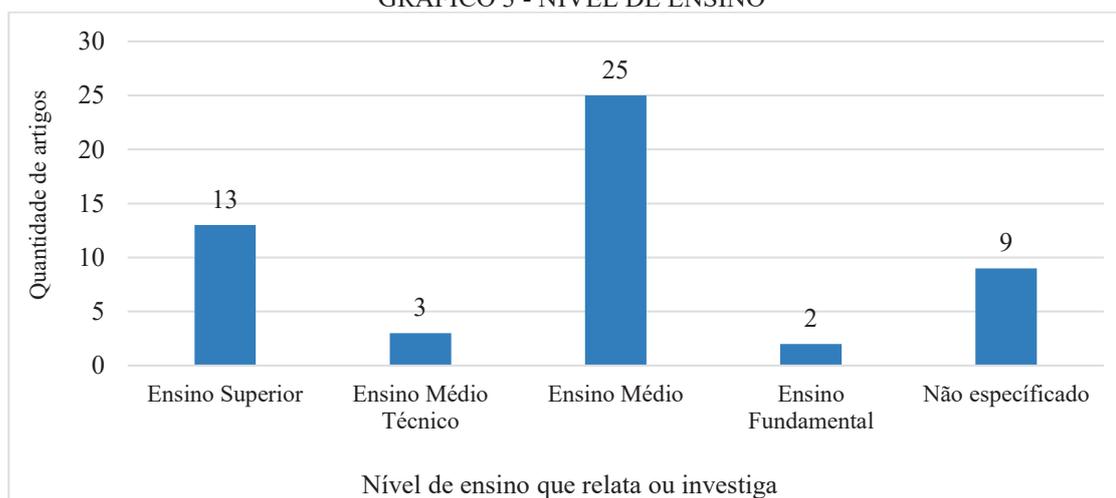
Abordagem metodológica	Quantidade de artigos
Qualitativa	37
Não especificado pelos autores	12
Quali - quanti	3

FONTE: O autor (2023).

Os resultados descritos até aqui vão ao encontro das tendências metodológicas da área, que busca investigar os processos de Ensino - aprendizagem, considerando as pessoas envolvidas e as especificidades do referido fenômeno social, bem como as nuances subjetivas de sua compreensão.

A abordagem qualitativa é a mais utilizada, tendo em vista que ela compreende um número considerável de instrumentos de coleta de dados (entrevistas, grupos focais, questionários abertos e mistos, etnografia etc) que podem ser utilizados para realizar pesquisas que envolvam relações sociais entre indivíduos em um contexto específico, como é caso do ambiente educacional. Em relação ao nível de Ensino (disposto no Gráfico 3), o foco dos pesquisadores brasileiros que se dedicam a estudar os *softwares* e simuladores educacionais no contexto do Ensino de Química e formação de professores/as é o Ensino Médio, seguido pelo Ensino Superior.

GRÁFICO 3 - NÍVEL DE ENSINO



FONTE: O autor (2013).

De modo geral, a maior parte dos artigos em que os autores especificaram o nível de Ensino relatado e/ou investigado estão concentrados na Educação Básica, com o Ensino Médio presente em 25 trabalhos, a Educação Profissional e Tecnológica (Ensino Médio Técnico) em três e o Ensino fundamental em dois. O Ensino superior, nesse caso, especificamente a

Licenciatura em Química, responde por 13 artigos (menos de ¼ da produção). Além disso, outros nove artigos não especificaram o nível de Ensino estudado (todos os ensaios teóricos).

Quando considerei o objeto de estudo declarado do material selecionado, 15 artigos investigam o Ensino de Química mediado por simuladores, enquanto 17 estudam a mesma temática, porém, com a mediação realizada por *softwares* educacionais. Oito artigos tratam sobre a formação de professores para o uso de TDCIs no contexto do Ensino de Química. E os demais objetos de estudo aparecem em menor quantidade, conforme apresento no Quadro 21.

QUADRO 21 - OBJETO DE ESTUDO DO *CORPUS* DE ANÁLISE

Objeto de estudo	Quantidade de artigos
Formação de professores para o uso de TICs	8
Ensino de Química mediado por simuladores	15
Ensino de Química mediado por <i>softwares</i>	17
Produção e avaliação de softwares para o Ensino de Química	2
Avaliação de softwares para o Ensino de Química	3
Gamificação no Ensino de Química	1
Avaliação de simuladores para o Ensino de Química	1
Ambiente virtual de aprendizagem no Ensino de Química	1
Ensino Remoto mediado por simuladores	1
Informática aplicada ao Ensino de Química	1
Ensino de Química mediado por <i>softwares</i> e simuladores	2

FONTE: O autor (2023).

Percebe-se que grande parte dos trabalhos analisados são relatos de experiência, sejam ele simples, ou com avaliação (quadro 19). Atrela-se a isso, o conceito mais discutido pelos autores sobre os *softwares* e simuladores estão relacionados à mediação da aprendizagem, avaliação da aprendizagem, formação de professores, informática aplicada ao Ensino e Ensino Remoto, enquanto os temas relacionados aos professores formadores não são objetos de estudos dos artigos que selecionamos. Os pesquisadores da área discutem a formação de professores por aspectos relacionados ao currículo e especificidades da profissão, entretanto os professores formadores não foram os sujeitos centrais das investigações, o que demonstra que existe uma lacuna nas pesquisas da área e um tema com grande potencial a ser explorado, considerando que diversos autores como Vaillant (2003), Mizukami (2005) e Ambrosetti *et al.*, (2020) argumentam que esses profissionais são uma das partes fundamentais da formação de professores.

Ao tratar esses artefatos tecnológicos enquanto mediadores da aprendizagem, a produção da área sobre o tema indica uma prática docente que mantém o viés pedagógico

tradicional. Há pouca elaboração sobre a participação desses artefatos na construção de conhecimento realizada pelos estudantes.

Outro ponto interessante a ser comentado, está relacionado com a palavra “formação”. Os trabalhos que discutem a formação de professores no contexto de fomentar os conhecimentos e habilidades necessárias para a inserção das TDICs, especificamente os *softwares* e simuladores educacionais na prática docente desses futuros professores, são, em sua maioria, estudos teóricos e relatos e avaliação da experiência didática de atividades que foram desenvolvidas em disciplinas da área de Ensino de Química, com caráter bastante instrumental. Isto é, os trabalhos analisados não contemplam, na maioria dos casos, uma formação crítica para o uso das TDICs. Além disso, os trabalhos analisados indicam que o uso dos *softwares* e simuladores resultam, mais, de iniciativas pontuais, esporádicas, individuais ou de pequenos, do que de ações integrada nos cursos de licenciatura em Química.

Quanto ao instrumento de coleta de dados utilizado nas pesquisas, 33 dos 53 artigos que compõe o *corpus* não apresentam instrumento de coleta de dados definidos pelos autores. Ou seja, os autores não apresentam como os dados foram coletados. Desse modo, também, a produção acadêmica suscita fragilidade no ponto de vista metodológico, carecendo a área e o tema de maior rigor e solidez teórica e metodológica.

O questionário foi o instrumento o mais utilizado, estando presente em 23 trabalhos. Os testes e avaliações próprios (realização de textos, mapas, seminários pelos estudantes) estão presentes em oito artigos, enquanto a entrevista foi utilizada em cinco artigos, e o diário de bordo, em apenas um. No total, encontrei 37 instrumentos de coleta de dados em 33 trabalhos. Isso ocorreu porque quatro artigos se apresentavam com o uso de instrumentos mistos, sendo a entrevista e o questionário os escolhidos pelos pesquisadores. Apresento, de forma sucinta, esse resultado no quadro 22.

QUADRO 22 - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Instrumento de coleta de dados	Artigos
Questionário	23
Não especificado	19
Entrevista	5
Testes e avaliações próprios	8
Diário de bordo	1

FONTE: O autor (2023).

A predominância do questionário sugere uma necessidade de que esse instrumento possua, em sua origem e/ou concepção, um processo de validação para que se amplie a

legitimidade das respostas obtidas. Esses pontos são fundamentais quando consideramos a subjetividade presente nesse tipo de instrumento, e a necessidade de sua concepção considerando os objetivos do estudo que se pretende realizar (Mattar; Ramos, 2021; Vieira, 2009).

O último parâmetro analisado diz respeito aos *softwares* e simuladores que foram discutidos nos artigos selecionados. Alguns apresentam a discussão de mais de um *software* e simulador educacional, porém a grande maioria possui seus estudos focados em apenas um deles. Excluindo-se os trabalhos que relatam a produção e avaliação de um *software* educacional e o *Microsoft Power Point*, os artefatos tecnológicos utilizados nas pesquisas são *softwares* ou simuladores educacionais de acesso livre. Porém, a maioria é concebida por Universidades e instituto de pesquisa estrangeiros, o que faz com que a grande maioria desses recursos estejam em língua inglesa – dificuldade reconhecida por Rosa (2013).

O simulador educacional mais discutido foi *PhET Colorado*, que está presente na categoria de objetos virtuais de aprendizagem, e foi concebido por pesquisadores da Universidade do Colorado, nos Estados Unidos. Já o *software* mais presente nas discussões é o *ChemSketch*, um programa computacional de modelagem molecular utilizado para criar e modificar imagens que representam as estruturas Químicas, e ajudam a visualizá-las em três dimensões.

Além disso, dois *softwares* não específicos para ensino de Química também foram discutidos nos artigos. O *software* para produção mapas conceituais *Cmap tools*®, e *Microsoft Power point*® que pode ser utilizado para elaborar apresentações, com recursos de áudio e animações, também são opções a serem consideradas na prática docente.

No Quadro 23 apresento os *softwares* e os simuladores educacionais que foram discutidos em 46 dos 52 artigos analisados, bem como o endereço eletrônico para acessá-los quando disponível.

QUADRO 23 - SOFTWARE E/OU SIMULADOR DISCUTIDO NOS ARTIGOS ANALISADOS

Software e/ou Simulador discutido	Link	Artigos (continua)
Power point	https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/powerpoint	2
Royal Society of Chemistry	https://virtual.edu.rsc.org/	1
Mix Chemicals	Link indisponível	1
Molecular Constructor	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.alextepl.molconstr&hl=pt_BR&gl=US&pli=1	1

Software e/ou Simulador discutido	Link	Artigos (conclusão)
WebMO	https://play.google.com/store/apps/details?id=net.webmo.android.moledit	1
3D Chemical Bonding simulation	https://javalab.org/en/category/chemistry_en/chemical_bonds_en/	1
Chemistry & Physics simulations	https://play.google.com/store/apps/details?id=org.kiwix.kiwixcustomphet&hl=em	1
Avogadro	https://avogadro.cc/	3
ChemSketch	https://www.acdlabs.com/resources/free-chemistry-software-apps/chemsketch-freeware/	9
Quiz ambiental	Link indisponível	1
Tabela periódica interativa	https://ptable.com/?lang=pt#	2
Balance Químico	Link indisponível	1
The Law of Mass Action	Link indisponível	1
Arguslab	http://www.arguslab.com/arguslab.com/ArgusLab.html	1
Quiptabela	http://www.quiprocura.net/quiptabela/	2
Não especificado	-----	6
Quiz Tabela Periódica	https://play.google.com/store/apps/details?id=periodic.paridae.app.android.timequiz.periodictable&hl=pt_BR&gl=US	1
Hot Potatoes	https://hotpot.uvic.ca/	1
PhET Colorado	https://phet.colorado.edu/pt_BR/	15
Cmap Tools	https://cmap.ihmc.us/	1
Voltaic cell	https://teachchemistry.org/classroom-resources/voltaic-cells	1
electrolysis	https://media.pearsoncmg.com/bc/bc_0media_chem/chem_sim/html5/Electro/Electro.php	1

FONTE: O autor (2023).

Em relação ao conteúdo e/ou conceito que pode ser trabalhado com os *softwares* e simuladores educacionais presentes nos artigos - à exceção daqueles que tratam de conceitos da Tabela Periódica e suas propriedades, a grande maioria aborda conteúdos de Físico-química, e conceitos específicos, como pilhas e eletrólise, cinética Química, propriedades dos gases e das soluções. O restante dos *softwares* e simuladores educacionais são para a construção de moléculas e observação das três dimensões. Considerando a teoria dos três níveis do conhecimento Químico, propostos por Johnstone (1989), podemos dizer que os recursos tecnológicos que encontrei nos artigos trabalham os conceitos de Química a nível molecular invisível e simbólico matemático.

5.1 CONTEXTO DO ESTUDO: AS LICENCIATURAS EM QUÍMICA DO ESTADO DO PARANÁ

Desconsiderando o curso oferecido pela IES privada, de onde não houve retorno de nenhuma resposta aos questionários desta pesquisa, esta investigação repercute toda a rede federal e estadual de ensino superior do Paraná. A primeira, oferta atualmente 18 cursos de licenciatura em Química na modalidade presencial, enquanto a segunda é responsável por outros seis cursos. O Quadro 24 elenca a data de início de funcionamento e conceito do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) do ano de 2021, a mais recente avaliação formal realizada pelo Ministério da Educação (MEC, 2023), dos cursos estudados:

QUADRO 24 - IES, CAMPUS, INÍCIO DE FUNCIONAMENTO E CONCEITO ENADE DOS CURSOS

IES	Campus	Início do funcionamento	ENADE 2021
UNILA	Foz do Iguaçu	01/02/2015	5
UFPR	Jandaia do Sul	10/02/2014	-
UFPR	Palotina	10/02/2014	3
UFPR	Pontal do Paraná	10/02/2014	2
IFPR	Cascavel	06/02/2018	4
IFPR	Irati	06/02/2018	2
IFPR	Jacarezinho	09/05/2015	1
IFPR	Palmas	18/02/2003	2
IFPR	Paranavaí	03/02/2014	2
IFPR	Pitanga	06/02/2018	-
IFPR	Umuarama	07/02/2019	-
UEL	Londrina	16/02/1973	3
UTFPR	Apucarana	28/02/2011	3
UTFPR	Campo Mourão	01/03/2011	2
UTFPR	Curitiba	12/02/2008	3
UTFPR	Londrina	08/08/2011	3
UTFPR	Medianeira	01/11/2012	3
UEPG	Ponta Grossa	01/03/1994	2
UNICENTRO	Guarapuava	24/02/1997	3
UFPR	Curitiba	01/01/1938	5
UNIOESTE	Toledo	01/01/2004	4
UFSS	Realeza	29/03/2011	3
UEM	Maringá	01/03/1971	3
UNESPAR	União da Vitória	14/02/2003	4

FONTE: Ministério da Educação (2023).

É possível observar, no Quadro 24, como se registrou no início da dissertação (seção 3), que o primeiro curso superior dedicado à formação de professores/as de Química no estado do Paraná, iniciou suas atividades na UFPR, na cidade de Curitiba, em 1938. O que vai ao encontro de minha expectativa nessa pesquisa, tendo em vista que a IES mais antiga do Brasil em funcionamento em um modelo de universidade, se dedicando ao ensino e pesquisa e extensão é a UFPR. Algumas décadas se passaram, até que, em 1971 e 1973 respectivamente, com o início da interiorização da oferta do ensino superior, a partir da criação das Universidades estaduais, o curso de Licenciatura em Química passou a ser ofertado na UEM, na cidade de Maringá, e na UEL, na cidade de Londrina, respectivamente. Em vista do exposto, esses são os cursos superiores de formação de professores de Química mais tradicionais do estado do Paraná, e na última avaliação realizada pelo MEC, obtiveram um resultado dentro do esperado com o conceito ENADE entre três e cinco.

Após a criação dos três primeiros cursos citados anteriormente, o curso de Licenciatura em Química passou a ser ofertado na UEPG, em 1994, na cidade de Ponta Grossa, e na UNICENTRO, em 1997, na cidade de Guarapuava (MEC, 2023). Nesse sentido, até o final do século XX, o estado Paraná contava com cinco cursos de licenciatura em Química na modalidade presencial em atividade. A partir destes dados, pude ponderar que 20 dos cursos oferecidos possuem sua criação na primeira ou na segunda década do século XXI.

Na primeira década do presente século, a graduação dedicada à formação de professores de Química passou a ser ofertada pela atual UNESPAR em 2003, em União da Vitória, e pelo UNICS, atual Instituto Federal do Paraná – IFPR, em Palmas, além da UNIOESTE, em 2004, em Toledo, e também pela UTFPR, em Curitiba. De todos esses cursos iniciados na primeira década do século XXI, a grande maioria possui um resultado satisfatório no ENADE 2021, com conceitos que variam entre três e quatro, a exceção são as licenciaturas em Química ofertadas pelo IFPR em Palmas, e pela UEPG em Ponta Grossa, que possuem um conceito dois no exame, considerado abaixo da média no âmbito do ENADE.

Dos 24 cursos em que foram recebidas respostas dos formadores por meio do questionário, apenas cinco iniciaram as suas atividades entre a primeira e a segunda metade do século XX, enquanto quatro cursos de Licenciatura em Química iniciaram as suas atividades na primeira década do século XXI, a grande maioria (15 dessas graduações) passaram a ser oferecidas a partir de 2011, já na segunda década do século. Na Figura 2,

dois na avaliação, enquanto o curso do IFPR – Jacarezinho possui conceito um no ENADE 2021 (MEC, 2023).

O aumento da oferta de cursos de graduação, e conseqüentemente das licenciaturas em Química, ocorreu na modalidade presencial no estado do Paraná no contexto do programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), criado em 2007 pelo governo federal, além da criação do IFPR, em 2008, e, anteriormente, da criação da UTFPR, em 2005, as quais integram a rede federal de Educação Profissional e Tecnológica. Este aumento da oferta de cursos, e conseqüentemente de vagas, trouxe consigo o desafio de manter a qualidade da formação de professores/as que é oferecida por essas IES. Todo esse processo possui dois atores fundamentais, os estudantes e os professores formadores que constroem os conhecimentos e suas respectivas identidades, nestes espaços de educação formal.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA: FAIXA ETÁRIA E TEMPO DE ATUAÇÃO DOCENTE

Os participantes da pesquisa, que responderam ao questionário, compreendem um total de 76 professores formadores de 11 IES do estado do Paraná, sendo 58 formadores de instituições federais, e 18 de instituições estaduais, tendo em vista que não recebemos nenhuma resposta válida de formadores do curso de licenciatura em Química ofertado pela IES privada. Desses 76 participantes, 65 estavam atuando como formadores em um curso de Licenciatura em Química ou Licenciatura em Ciências Exatas - Habilitação em Química, ofertados pelas Instituições de Ensino Superior, localizadas no estado do Paraná no momento em que responderam ao questionário, sendo 50 atuantes em IES da rede federal de ensino, e 15 na rede de instituições estaduais do Paraná. Apenas nove respondentes não estavam exercendo a sua prática docente no curso de graduação que estava investigando. Além disso, recebi uma resposta de uma professora que não faz parte do corpo docente de nenhuma licenciatura em Química.

No quadro 25, apresento a quantidade de respostas recebidas de cada IES pertencente a rede federal, bem como o município do estado do Paraná em que o curso é ofertado.

QUADRO 25 - QUANTIDADE RESPOSTAS DAS IES FEDERAIS POR CAMPUS

IES	Campus	Respostas (continua)
UFPR	Curitiba	8
UFPR	Palotina	1
UFPR	Pontal do Paraná	1
UFPR	Jandaia do Sul	1

IES	Campus	Respostas (conclusão)
UTFPR	Apucarana	3
UTFPR	Campo Mourão	2
UTFPR	Curitiba	2
UTFPR	Londrina	2
UTFPR	Medianeira	3
UNILA	Foz do Iguaçu	5
UFFS	Realeza	4
IFPR	Cascavel	4
IFPR	Irati	2
IFPR	Jacarezinho	3
IFPR	Palmas	1
IFPR	Paranavaí	3
IFPR	Pitanga	3
IFPR	Umuarama	2
TOTAL DE RESPOSTAS		50

FONTE: Ministério da Educação (2023).

Conforme apresentou-se no Quadro 25, 50 professores formadores dos cursos de Licenciatura em Química oferecidos pelas instituições de ensino federais na modalidade presencial no estado do Paraná, responderam ao questionário e estão em atividade enquanto professor nos cursos de Licenciatura em Química. O número de respostas está dentro do esperado, considerando as características do instrumento de coleta de dados utilizado. O maior número de respostas recebidas veio de professores formadores do IFPR, ao todo foram 18 respostas, considerando os diversos *campus* que ofertam o curso de Química. Em seguida, o segundo maior número de respostas que recebi foi por formadores da UTFPR, com 12 respostas. O restante está dividido em 11 respostas de participantes da UFPR, cinco respostas de formadores do corpo docente da UNILA, e por fim, quatro respostas de professores do curso ofertado pela UFFS, no município de Realeza. É possível observar que o IFPR oferta atualmente o curso de graduação em licenciatura em Química na modalidade presencial em sete cidades do estado do Paraná. Enquanto a UTFPR e UFPR possuem o curso em funcionamento em cinco dos quatro municípios do estado, respectivamente. A menor quantidade de cursos está sediada na UNILA e UFFS, onde está sendo ofertado um curso em cada uma das IES.

Em relação à rede estadual de ensino (dados que apresento no quadro 26), recebi 15 respostas de professores que estão em atuação no curso de Química na modalidade licenciatura. Os professores formadores que responderam ao questionário fazem parte do corpo docente de seis universidades estaduais do Paraná, que possuem uma vasta tradição em interiorizar a oferta de cursos de graduação no estado. É importante ressaltar que o Estado do Paraná possui sete

universidades estaduais em sua rede de ensino. Apenas a UENP com sede na cidade de Jacarezinho no norte pioneiro do estado, não está ofertando atualmente um curso de licenciatura em Química na modalidade presencial, apesar de oferecer, na pós-graduação *stricto sensu*, um mestrado profissional em Ensino.

QUADRO 26 - QUANTIDADE RESPOSTAS DAS IES ESTADUAIS POR CAMPUS

IES	Campus	Respostas
UEL	Londrina	2
UEM	Maringá	3
UNIOESTE	Toledo	1
UNICENTRO	Guarapuava	2
UNESPAR	União da Vitória	1
UEPG	Ponta grossa	6
TOTAL DE RESPOTAS		15

FONTE: Ministério da Educação (2023).

Além disso, é preciso considerar que o número total de formadores dos 25 cursos é uma aproximação com possíveis erros, tendo em vista que não foi possível obter este número correto devido aos sítios eletrônicos dos cursos desatualizados, ao baixo retorno dos formadores coordenadores e alguns projetos políticos pedagógicos que não apresentavam a quantidade de professores do curso. Outro ponto a ser considerado sobre o número de professores que encontramos corresponde a todos os formadores, aqueles que lecionam as disciplinas de Química, de Ensino de Química e também de outras disciplinas do curso da área de Física, Matemática e afins.

Adotei uma escolha metodológica que considera que a formação do licenciando acontece em todas as atividades do curso, e não somente nas disciplinas e atividades da área de Ensino de Química e Educação. As 65 respostas recebidas, durante a aplicação do questionário entre os meses de agosto e outubro de 2023, foram suficientes para os objetivos que busquei alcançar, e também para responder à pergunta de pesquisa que foi constituída. Apresento, no gráfico 4, o grupo de participantes que respondeu ao questionário, e o critério de exclusão utilizado para considerar a resposta passível de análise.

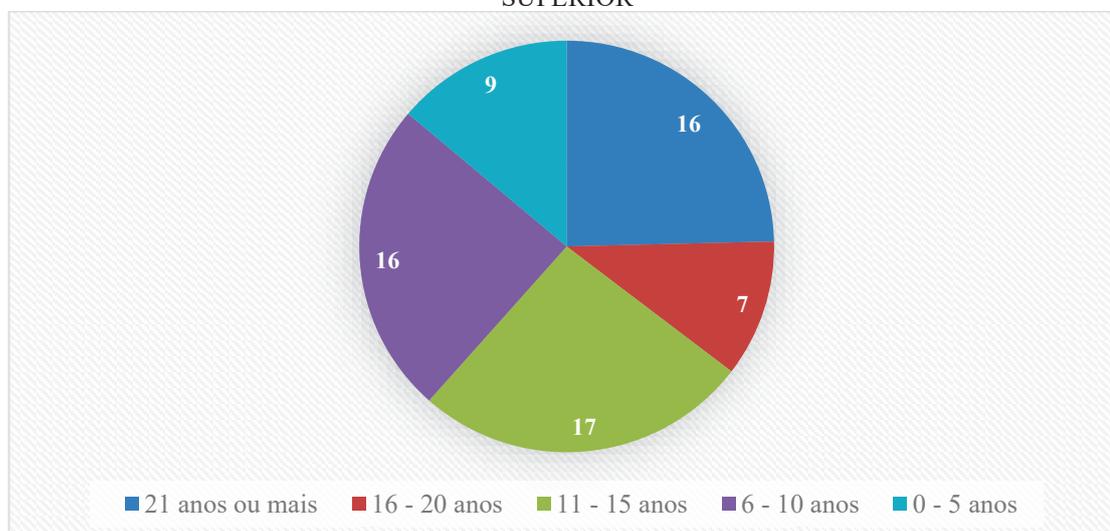
GRÁFICO 4 - REPRESENTAÇÃO DO GRUPO DE PARTICIPANTE



FONTE: O autor (2023).

Conforme explanado anteriormente, concentrei-me, de acordo com o interesse da presente pesquisa, na caracterização dos 65 professores que estão atuando nos cursos de Licenciatura em Química no estado do Paraná. Desses formadores, 17 deles possuem entre 11 e 15 anos de atuação como professor no Ensino Superior, enquanto 16 deles possuem 21 anos ou mais de atuação. Além disso, outros 16 professores estão atuando no Ensino superior entre 6 e 10 anos. O menor grupo de participantes, no que se refere ao tempo de atuação docente, está concentrado na faixa entre 16 e 20 anos, com sete formadores, e aqueles que possuem menor tempo de atuação entre zero e cinco anos correspondem a 9 dos 65 participantes. No gráfico 5, sistematizei o período de atuação profissional dos participantes, utilizando-me para isso, dos mesmos intervalos de tempo utilizados no questionário.

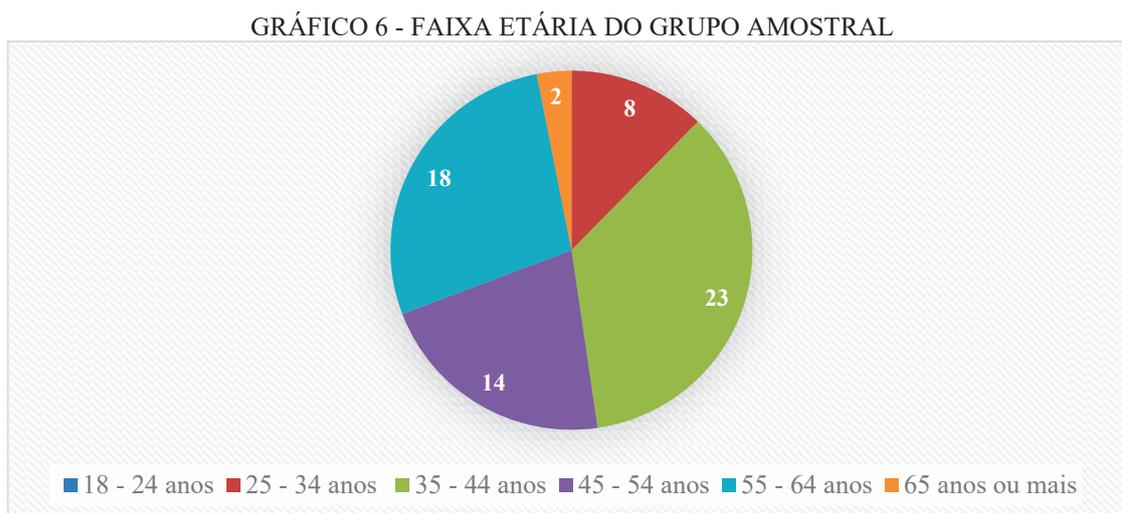
GRÁFICO 5 - TEMPO DE ATUAÇÃO DOS PARTICIPANTES ENQUANTO DOCENTES NO ENSINO SUPERIOR



FONTE: O autor (2023).

A grande maioria dos formadores participantes da pesquisa, ou seja, 56 formadores possuem pelo menos 6 anos de atuação profissional enquanto professor na educação superior. Este cenário apresentado pelos resultados constitui um dado importante para a caracterização dos participantes da pesquisa.

Apresento no gráfico 6 os resultados desse parâmetro.



Aproximadamente metade dos participantes, 33 no total, possuem entre seis e 15 anos de atuação enquanto professor no ensino superior, considerando todas as instituições em que trabalharam; o que indica que a carreira docente desses formadores se iniciou juntamente com a expansão da oferta de cursos de graduação no Brasil, e nesse caso, especificamente no contexto do estado do Paraná. Este resultado é coerente, indo ao encontro com a faixa etária dos formadores professores participantes, em que 33 deles tem idade entre 25 e 44 anos e concluíram suas formações em um cenário de expansão da pós-graduação brasileira, iniciada na primeira década dos anos 2000.

Outro ponto observado é que 16 participantes estão em atuação como docentes universitários há mais de 21 anos, e a sua faixa etária está concentrada entre 55 e 65 anos ou mais. Esses professores estão atuando em sua grande maioria, nos três primeiros cursos de licenciatura em Química que passaram a ser ofertados no estado, sendo o curso da UFPR em Curitiba, da UEM em Maringá e da UEL na cidade de Londrina, respectivamente.

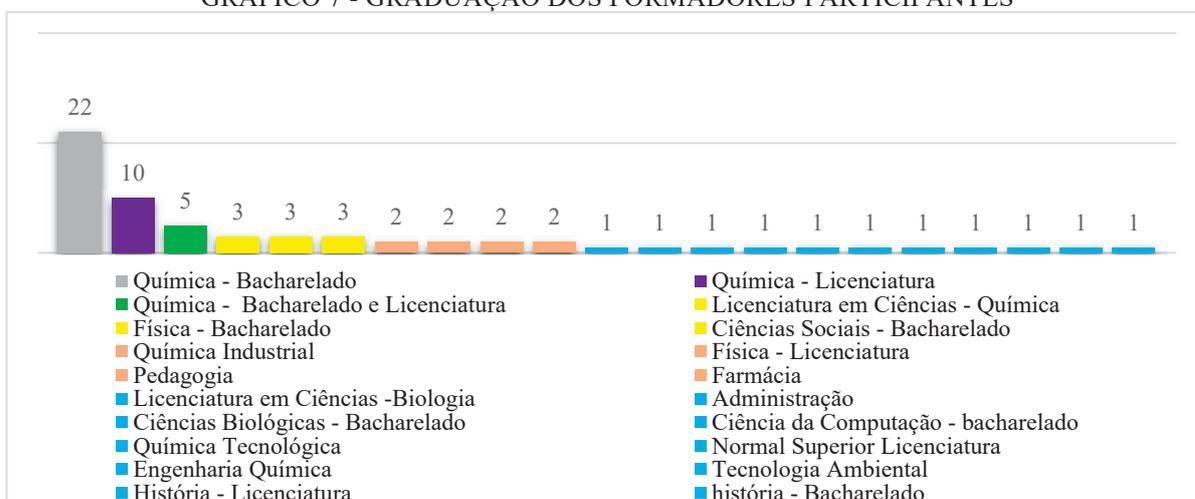
A última observação importante sobre o tempo de atuação docente e a faixa etária dos participantes, está no fato de que nove dos 65 formadores que responderam estão atuando como professores no ensino superior entre zero e cinco anos, e fazem parte do corpo docente

dos cursos que iniciaram as atividades na década de 2010, e em sua grande maioria são egressos dos três primeiros cursos de Licenciatura em Química ofertados no estado.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA: PERFIL DE FORMAÇÃO DOS FORMADORES E ÁREAS DE ATUAÇÃO

Após apresentar e discutir sobre o tempo de atuação dos participantes desta pesquisa, tecerei considerações sobre as suas formações acadêmicas, dados esses que foram extraídos do currículo lattes dos formadores conforme os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa (sessão 4). Para evitar possíveis currículos desatualizados, ao aplicar o questionário, perguntei aos participantes da pesquisa se o seu currículo lattes estava atualizado, e todos os professores formadores responderam que seus dados estavam devidamente atualizados. A maioria dos professores, 43 dos 65 respondentes, possui graduação em Química, seja ela bacharelado com licenciatura (dupla habilitação), bacharelado ou licenciatura, bacharelado em Química Industrial, bacharelado em Química tecnológica, ou licenciatura em Ciências, com habilitação em Química. Enquanto o restante dos formadores são egressos de outras graduações, com maior concentração nesse caso em cursos da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, com formações em Ciências Sociais, Pedagogia, Normal Superior, História e Administração. Além disso, em menor quantidade, estão os formadores que são egressos de outros cursos da área de Ciências Exatas e da Natureza. Sistematizei esses resultados Gráfico 7.

GRÁFICO 7 - GRADUAÇÃO DOS FORMADORES PARTICIPANTES



FONTE: O autor (2024).

Durante a pesquisa realizada no currículo acadêmico dos formadores, para compor esta caracterização, percebi que alguns desses professores possuem duas formações em cursos de graduação. O segundo curso de graduação que os formadores cursaram, na maioria das vezes, é uma segunda habilitação do primeiro curso. Neste cenário, a Licenciatura em Química foi cursada por seis formadores, egressos do curso de bacharelado em Química, enquanto somente dois formadores participantes possuem outra formação na primeira graduação. Além disso, o curso de Pedagogia e o de Física na modalidade licenciatura foi escolhido por dois formadores participantes. Já a Licenciatura em Ciências Sociais, o bacharelado em Química e Química tecnológica foi cursado por um formador, respectivamente, de cada. Fora desta tendência está o participante que é egresso do curso de Engenharia Química na segunda graduação. É possível observar essas considerações no Gráfico 8, o que me permite concluir que 16 dos 65 participantes da pesquisa possuem uma segunda graduação.

GRÁFICO 8 - SEGUNDA GRADUAÇÃO DOS FORMADORES PARTICIPANTES

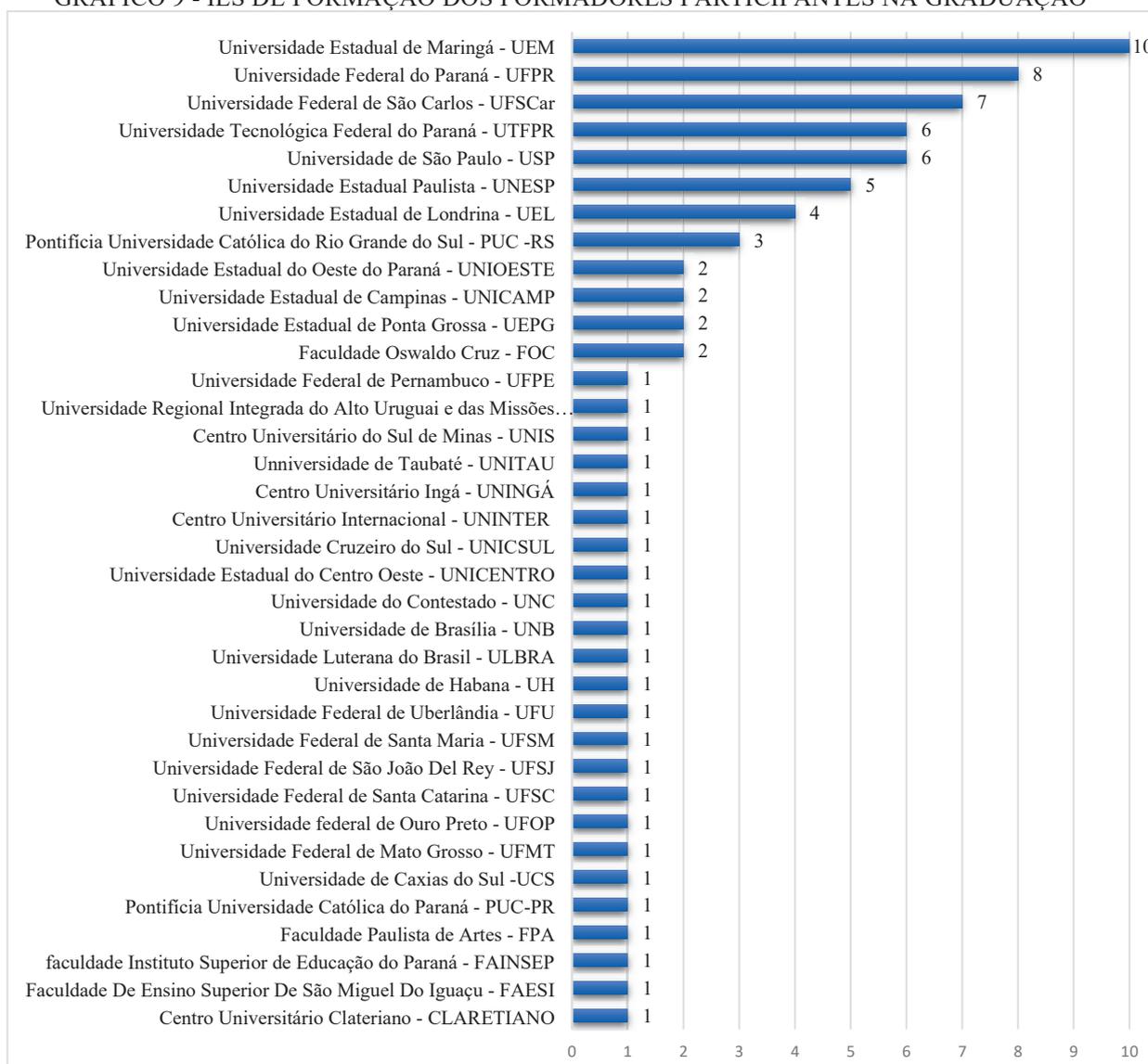


FONTE: O autor (2024).

Após investigar quais são os cursos de graduação nos quais os formadores são egressos, pude aferir que essa formação foi realizada em algumas IES principalmente da região sudeste e sul. A partir das considerações sobre os formadores participantes que possuem uma ou mais formações em cursos de graduação, construí o Gráfico 9, que sistematiza a predominância encontrada em relação às instituições em que os formadores cursaram os seus cursos superiores. Existe uma grande concentração de IES públicas federais e estaduais em que esses formadores são egressos, o que correspondem a 25 das instituições

que estão presentes no currículo lattes de vários formadores, enquanto as instituições privadas somam 11 instituições, incluindo as confessionais. Outra importante tendência observada é que, na maioria dos casos, as IES privadas foram escolhidas pelos formadores pra cursar a segunda graduação, com exceção de nove formadores que cursaram a sua primeira graduação em uma IES desta categoria, especificamente neste caso a maior concentração está nas instituições confessionais. Além disso, um dos participantes cursou sua graduação no exterior, na Universidade de Habana, em Cuba.

GRÁFICO 9 - IES DE FORMAÇÃO DOS FORMADORES PARTICIPANTES NA GRADUAÇÃO



FONTE: O autor (2024).

Sistematizei esses resultados para aqueles formadores que são egressos de um curso de graduação, somados àqueles que possuem duas formações distintas. A representação do gráfico 9 corresponde, dessa forma, a 81 cursos de graduação que foram concluídos pelos 65

formadores participantes da pesquisa. A predominância da UEM, UFPR, UFSCar, UTFPR, USP e UNESP, juntas respondem por 42 dos 81 cursos de graduação vinculados ao currículo de formadores, e apresentam uma concentração de formação - à exceção dos egressos dos cursos da UTFPR – nos cursos de graduação em Química considerados pioneiros no Brasil, como por exemplo, o da USP e da UFPR, que possuem mais tempo em funcionamento, com as suas atividades iniciadas em 1934 e 1938 respectivamente.

Além disso, com exceção do participante que é egresso de um curso de graduação de uma IES cubana, apenas três participantes são egressos de cursos de graduação fora do eixo sul – sudeste, e concluíram as suas formações na graduação na UFPE, UNB e UFTM, nas regiões nordeste e centro-oeste respectivamente.

No contexto da pós-graduação brasileira, a especialização *latu sensu*, apesar de não conferir um título ao concluinte, pode ser uma interessante opção para uma atualização profissional e aprendizado de novas habilidades a serem utilizadas na prática profissional. Ao investigar-se se os professores formadores que estão participando deste estudo haviam cursado alguma pós-graduação *latu sensu*, percebi uma baixa ocorrência deste tipo de formação nos seus currículos. Apenas 20 formadores cursaram uma especialização, enquanto nove possuem duas especializações em seu currículo. No quadro 27 sistematizei a área na qual a pós-graduação *latu sensu* foi cursada pelos formadores bem como a IES certificadora.

QUADRO 27 - PÓS-GRADUAÇÕES *LATU SENSU* CURSADA PELOS FORMADORES PARTICIPANTES

Especialização 1	IES certificadora	Especialização 2	IES certificadora 2 (continua)
Educação e Tecnologias	Universidade Federal de São Carlos -UFSCar	-----	-----
Educação Inclusiva	Centro Universitário Internacional - UNINTER	Materiais didáticos	Pont. Universidade Católica do Paraná - PUCPR
Biologia	Universidade do Contestado -UNC	Metodologia e avaliação do Ensino	Universidade do Contestado - UNC
Ensino de História	Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP	Mídias na Educação	Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ
Ensino e Aprendizagem da Química	Universidade de Araraquara - UNIARA	-----	-----
Tecnologias na Educação	Pont. Universidade Católica do Rio de Janeiro PUC - RIO	Educação de Jovens e adultos	Universidade Federal do Paraná - UFPR
Educação Especial	Universidade Católica de Pelotas - UCP	Libras	Centro Universitário - FACISA
Educação Ambiental	Universidade de São Paulo - USP	-----	-----
Ensino de Química	Universidade Estadual de Londrina - UEL	-----	-----

Especialização 1	IES certificadora	Especialização 2	IES certificadora 2 (conclusão)
Tecnologias Digitais Aplicadas a Educação	Universidade Luterana do Brasil -ULBRA	-----	-----
Psicopedagogia Clínica e Institucional	Faculdade Batista de Minas Gerais - FBMG	-----	-----
Mídias na Educação	Universidade Estadual do Centro Oeste - UNIOESTE	Metodologia do Ensino de Química	Centro Universitário Internacional - UNINTER
Fundamentos da Educação	Universidade Estadual do Centro Oeste - UNIOESTE	História da Educação	Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR
Métodos e Técnicas de Ensino	Universidade Tec. Federal do Paraná - UTFPR	Logística empresarial	Institutos de estudos avançados e pós-graduação - ESAP
Didática do Ensino Superior	Centro de Ensino Superior do Amapá - CEAP	-----	-----
Química do Cotidiano na Escola	Universidade Estadual de Maringá - UEM	-----	-----
Ensino de Sociologia	Universidade Estadual de Maringá - UEM	-----	-----
Química	Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS	-----	-----
Gestão de Projetos	Universidade Cesumar - UNICESUMAR	-----	-----
Metodologia do Ensino Superior	Faculdade de Ibaiti - FEATI	Docência do Ensino Técnico	Instituto Federal do Paraná - IFPR

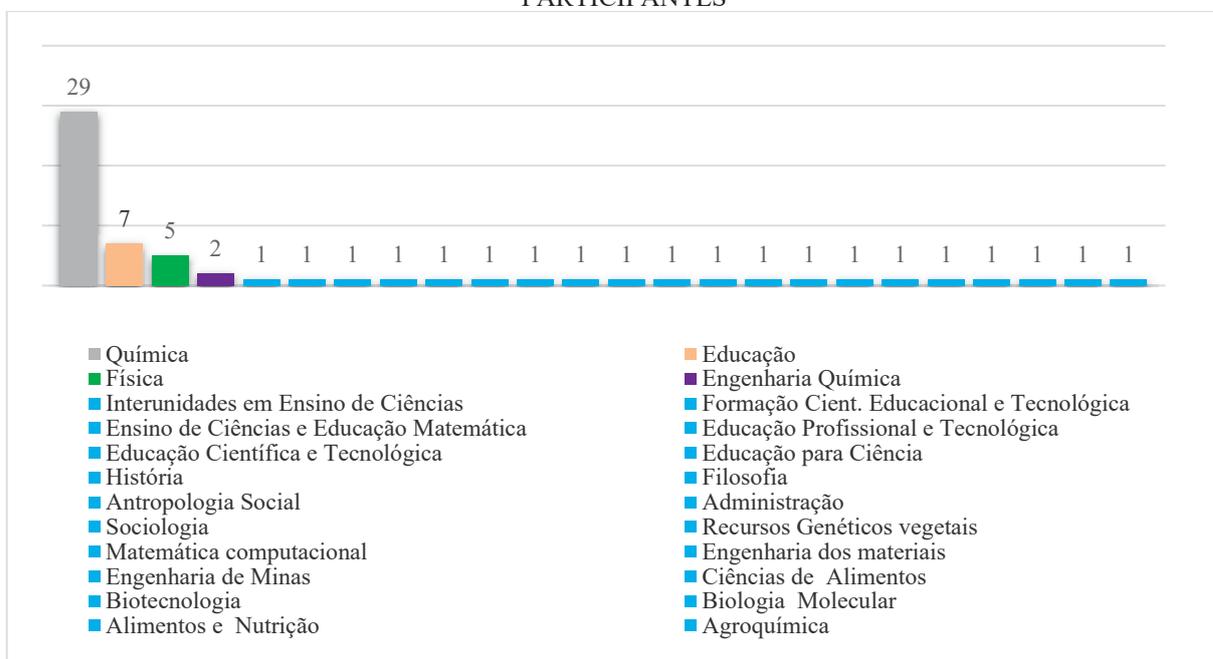
FONTE: O autor (2024).

A maior parte das especializações que os formadores realizaram, foram cursados na área de educação e/ou ensino, em instituição de superior privadas, em um período após a conclusão da pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e/ou doutorado). Além disso, dez formadores que cursaram a especialização na área de educação e/ou ensino são egressos de cursos de mestrado e doutorado na área de Química e ciência de alimentos. Nesse sentido, a pós-graduação *latu sensu* teve como objetivo adquirir habilidades da área de ensino, tendo em vista que boa parte dos formadores, mesmo possuindo sua formação, enquanto mestre e/ou doutor na área de Química e outras áreas correlatas, em algum momento de sua carreira como formador de professores, exerce alguma atividade relacionada ao ensino, seja orientação de TCC, na licenciatura no qual é professor, em projetos de extensão ou até mesmo na coordenação de programas como o Programa de Residência Pedagógica (PRP) ou do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID).

Além da formação na graduação, o caminho percorrido pelos formadores também incluí cursos de mestrado e doutorado. Como última etapa da pesquisa documental no currículo lattes dos participantes, investiguei as suas formações a nível de mestrado e doutorado e

também quais são as áreas de atuação. Em relação à pós-graduação a nível de mestrado, 29 formadores concluíram esta formação acadêmica em um programa de pós-graduação em Química, enquanto 14 deles são egressos de cursos mestrado em Educação ou em Ensino de Ciências, sendo dois formadores egressos mestrados profissionais nesta área, e todo restante egressos de mestrados acadêmicos. As outras áreas do conhecimento foram cursadas pelos restantes de formadores, prevalecendo, nesse caso, outras áreas das Ciências da Natureza e Engenharias. Sistematizei no gráfico 10 esses resultados da pesquisa documental para a caracterização dos formadores.

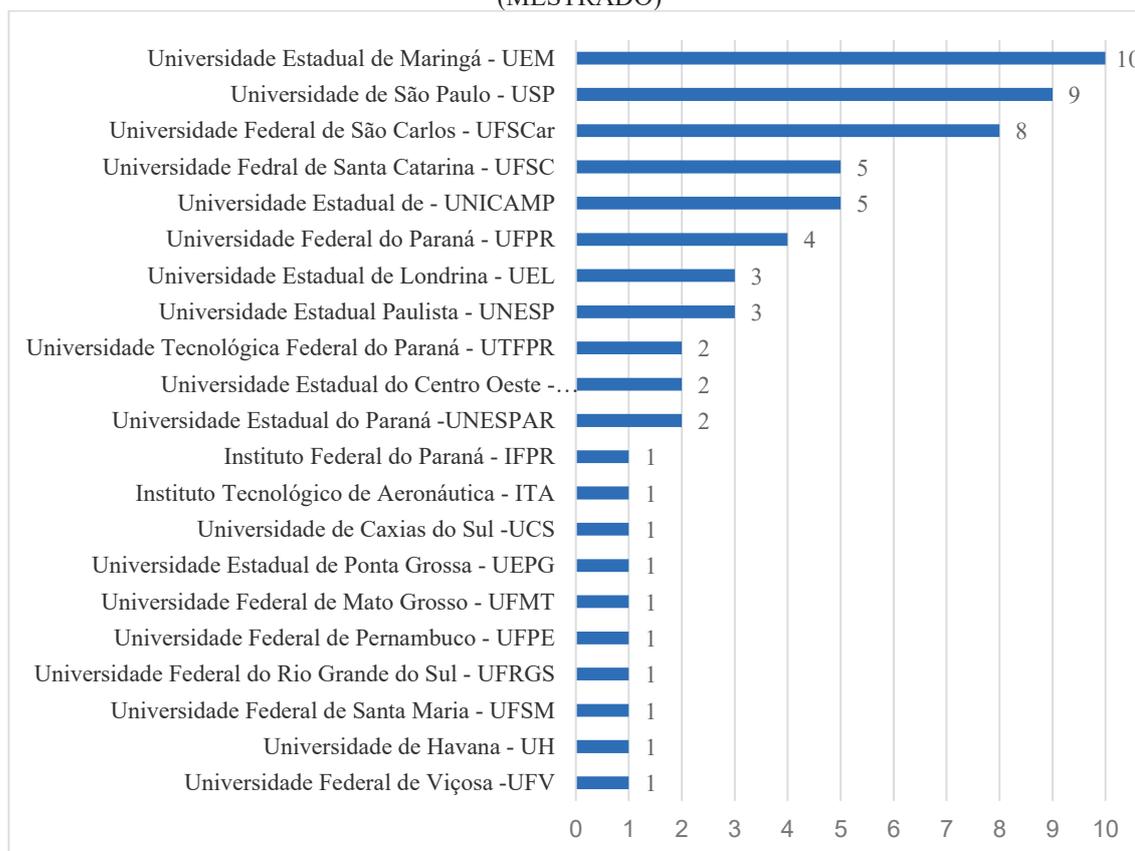
GRÁFICO 10 - PÓS-GRADUAÇÕES *STRICTO SENSU* (MESTRADO) CURSADA PELOS FORMADORES PARTICIPANTES



FONTE: O autor (2024).

Observo também que, dos 65 formadores participantes, 63 deles são egressos de cursos de mestrado, enquanto um cursou doutorado direto e outro não possui pós-graduação *stricto sensu*. Em relação às instituições de ensino no qual estes cursos foram cursados, existe novamente uma concentração de IES do eixo sul – sudeste, conforme apresento no Gráfico 11, sendo a Universidade Estadual de Maringá (UEM) a que concentra o maior número de egressos de cursos de mestrado, e que atualmente são professores formadores em cursos de licenciatura em Química em atividade no estado do Paraná. Em seguida, aparecem a USP, a UFSCar, UFSC e UNICAMP completando as cinco primeiras posições, e respondendo por 37 dos 63 cursos de mestrados que foram cursados pelos formadores.

GRÁFICO 11 - IES DE FORMAÇÃO DOS PARTICIPANTES NA PÓS-GRADUAÇÕES *STRICTO SENSU* (MESTRADO)



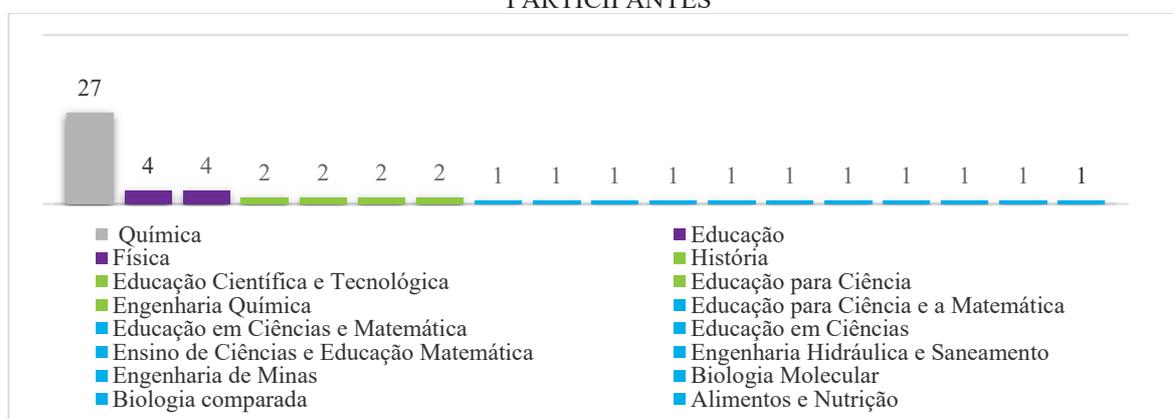
FONTE: O autor (2024).

Além disso, apenas dois formadores cursaram seus mestrados em uma IES fora do eixo sul – sudeste, sendo a UFPE e a UFMT as instituições envolvidas nesta formação, enquanto apenas um dos participantes cursou o seu mestrado na Universidade de Havana, em Cuba. Ao contrário do que foi observado na pós-graduação *latu sensu*, onde existe uma maior predominância de especializações cursadas em instituições privadas, apenas um formador é egresso de um curso mestrado dessa categoria administrativa, e possui o título de mestre em Educação pela Universidade de Caxias do Sul (UCS).

Esses resultados demonstram uma tendência de perfil formativo que os participantes realizaram. Considerando as cinco IES que concentram o maior número de cursos de mestrados em que os formadores são egressos - e incluindo a UFPR e a UEL, que juntas estão envolvidas em sete titulações - é possível concluir que 44 formadores são egressos de instituições que possuem programas de pós-graduação de excelência acadêmica internacional na área de Química, Ensino e Educação, e que hoje são professores dos cursos que passaram a funcionar na primeira e segunda década deste século, como aqueles ofertados pelo IFPR e pela UTFPR, nas mais diversas regiões do estado do Paraná.

Em relação à formação na pós-graduação *stricto sensu* a nível de doutorado, 56 dos 65 formadores possuem o título de doutor, prevalecendo, novamente, a formação em Química a nível de doutorado, com 27 formadores egressos. Em segundo lugar, estão os cursos de doutorado em Educação e Ensino, considerando que 15 formadores concluíram o doutorado nesta área. As outras formações estão concentradas em outras áreas das ciências da natureza e engenharia, além disso, quatro formadores possuem doutorado com tese defendida em ciências humanas, sendo dois em história e dois em sociologia/ciências sociais. No Gráfico 12 sistematizo esses resultados.

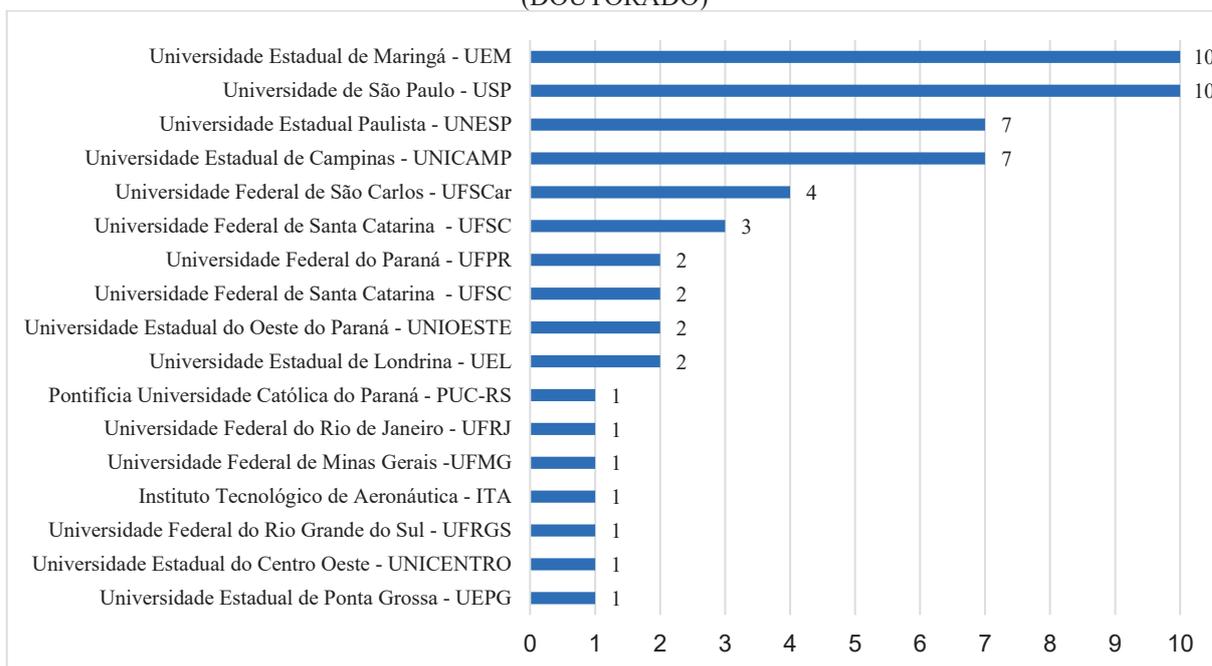
GRÁFICO 12 - PÓS-GRADUAÇÕES *STRICTO SENSU* (DOUTORADO) CURSADA PELOS FORMADORES PARTICIPANTES



FONTE: O autor (2024).

Investigando as IES em que esses formadores obtiverem o título de doutor, ocorre a mesma situação que foi apresentada sobre a formação a nível de mestrado. Porém, neste caso, nenhum dos formadores participantes concluiu o curso de doutorado em uma IES fora do eixo sul – sudeste. A USP, juntamente com a UEM, a UNICAMP e a UNESP, correspondem a 34 dos cursos de doutorado, dos quais os 54 professores formadores que possuem doutorado são egressos. O restante dos títulos foi obtido em outras tradicionais IES brasileiras, como UFMG, UFRJ, PUCRS (única universidade privada presente na lista), UFSM, entre outras. Esses resultados estão sistematizados no Gráfico 13.

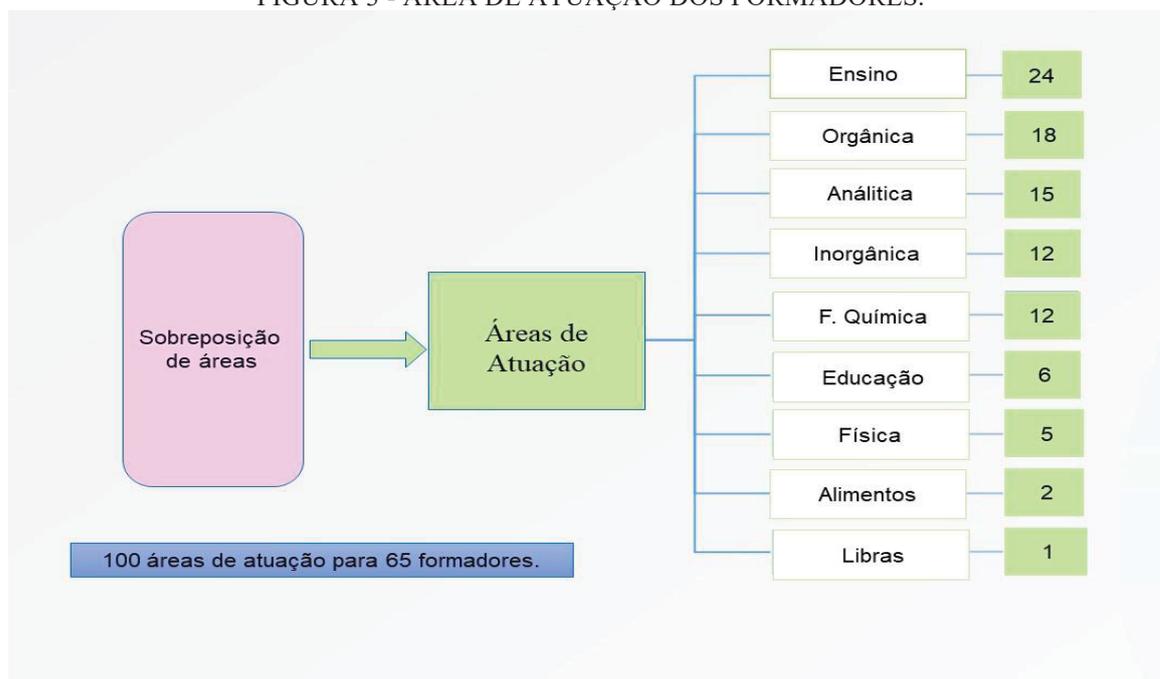
GRÁFICO 13 - IES DE FORMAÇÃO DOS PARTICIPANTES NA PÓS-GRADUAÇÕES *STRICTO SENSU* (DOUTORADO)



FONTE: O autor (2024).

Ao finalizar a pesquisa sobre a formação acadêmica desses profissionais, investiguei também quais são as áreas de atuação desses docentes e em quais áreas eles estão realizando suas pesquisas e demais atividades nas instituições em que trabalham. Sobre as áreas de atuação dos formadores (Figura 3), o que predomina são as subáreas da Química, com uma concentração maior nas áreas de Química orgânica e Química analítica. Entretanto, 24 formadores declaram, em seus currículos lattes, que estão atuando em área de Ensino de Ciências.

FIGURA 3 - ÁREA DE ATUAÇÃO DOS FORMADORES.



FONTE: O autor (2024).

Este número de professores, que atuam no Ensino de Ciências na IES em que são formadores, é maior que a quantidade de formadores que cursaram licenciatura em Química (18 professores, já considerando aqueles que possuem uma segunda graduação), e também maior que a quantidade de professores que cursaram mestrado e doutorado em Ensino de Ciências.

Considerando que apenas 12 professores que responderam ao questionário possuem essa formação específica, este cenário chamou a atenção, uma vez que parece haver uma discrepância latente entre o número de professores que possuem conhecimento aprofundado e específico para atuar na área de Ensino de Ciências, e aqueles que, de fato, estão em atuação, mesmo sem essa formação específica.

Também pesquisei no currículo desses formadores que atuam com Ensino de Ciências quais são as atividades, projetos de pesquisa e disciplinas em que eles declaram estar envolvidos em seus currículos acadêmicos. Em uma tentativa de tecer considerações sobre este fenômeno, percebi que dez professores formadores cursaram mestrado e doutorado na área de Química dura, atuam na área de Ensino de Ciências como professores responsáveis pela disciplina de estágio do curso de licenciatura, e são coordenadores de programas como a PRP e o PIBID.

Além disso, alguns desses professores também ministram disciplinas da área de ensino/educação nos cursos, como educação ambiental, metodologia de ensino de Química

e História e Filosofia da ciência no contexto do Ensino de Química. Em contrapartida, em menor ocorrência, ocorre o movimento contrário, cinco formadores com formação acadêmica a nível de mestrado e doutorado na área de ensino ministram disciplinas como introdução a Química e Química geral, que são introdutórias em curso de graduação na área. Neste cenário, ocorre então o que denominei de sobreposição das áreas. Os motivos para isso, obviamente, podem ser variados, indo desde a falta de professores da área e ensino no quadro de docentes da IES, até as características específicas do curso de licenciatura que é ofertado pela universidade.

Outra importante consideração sobre a área de atuação dos formadores é o movimento de busca por qualificação de alto nível na área de Ensino, por aqueles formadores que possuem mestrado e doutorado em Química. Em minha busca, encontrei um professor formador que está cursando uma pós-graduação a nível de doutorado, em Educação em Ciências e Matemática, mesmo já tendo concluído anteriormente um curso de doutorado em Química. Ao pesquisar quais as áreas de atuação desse formador, identifiquei que o seu trabalho é voltado para área de formação de professores, com a oferta de disciplinas de estágio obrigatório e instrumentação para o ensino de Química, em um curso de licenciatura em Química em duas IES que o oferecem na modalidade presencial no estado do Paraná.

5.4 CONTATO DOS FORMADORES COM *SOFTWARES* E SIMULADORES DURANTE A GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO

Ao serem questionados sobre sua formação inicial e continuada, apenas 19 participantes, dos 65 no total, afirmaram ter algum contato com *softwares* e/ou simuladores educacionais enquanto estavam cursando a graduação. A maior parte, 46 participantes, afirmou não ter tido nenhum tipo de contato com esses artefatos durante esta fase da formação acadêmica. Ou seja, mesmo a maior parte dos respondentes, mesmo sendo jovens e tendo se formado há pouco tempo, não tiveram por parte de suas IES de origem oportunizadas experiência formativas sobre ou com *softwares* e/ou simuladores educacionais.

Outro ponto importante que observei diz respeito aos 19 formadores que afirmaram ter tido alguma experiência: quando considero as várias IES em que os 65 formadores cursaram suas respectivas graduações, foi possível perceber que existe uma concentração nas seguintes instituições: UEL, UFPR, UFSCar, UNESP e UTFPR. Essas, juntas, representam 42 das 82 graduações cursadas pelos formadores. À exceção da UTFPR, que é considerada uma universidade recente, todas as outras IES estão consolidadas como um grande centro de ensino

e pesquisa, e mesmo assim, não foram capazes de repercutir nos participantes o reconhecimento de tal formação.

Enquanto cursavam as disciplinas de graduação, cinco desses formadores, que possuem faixa etária entre 25 e 34 anos, e sete entre 35 e 44 anos, tiveram contato com esses artefatos tecnológicos. Em ambos os casos, esta etapa de formação foi realizada após o período em que Kensky (2012) compreende como *novo movimento tecnológico*, que ocorreu na primeira década do ano 2000, e ampliou o acesso dos estudantes à rede mundial de computadores.

Os formadores com idade a partir de 45 anos, são aqueles que menos tiveram contato com esses artefatos durante a graduação, devido ao fato de terem cursado esta etapa da formação na década de 1990 e em alguns casos na década de 1980, o que contribui para os resultados que encontrei.

Quando o período investigado é a pós-graduação (especialização, mestrado e/ou doutorado), 20 formadores tiveram a oportunidade de contato com esses artefatos, enquanto 45 professores não. Ou seja, o número praticamente não se alterou. Além disso, à exceção da pós-graduação *latu sensu* (especialização) - na qual existe uma maior pulverização de instituições onde esta formação foi realizada, e a maior prevalência de IES privadas, os formadores cursaram seus cursos de mestrado e doutorado, em maior concentração, nas mesmas IES em que cursaram a graduação com exceção da UTFPR, que apresenta uma oferta de mestrado e doutorado bastante recente e ainda busca a consolidação desses cursos.

Em nível de pós-graduação, os resultados da relação entre a faixa etária dos formadores e o contato ou não com *softwares* e/ou simuladores educacionais durante esta etapa possui pouca variação quando se compara com as respostas que obtive sobre esse questionamento em nível de graduação. Apenas quatro formadores tiveram alguma experiência com esses artefatos enquanto cursavam pós-graduação, e estão na faixa etária entre 25 e 34 anos, enquanto sete fazem parte do grupo entre 35 e 44 anos.

Somente três formadores da faixa etária 45 e 54 anos, e cinco do grupo entre 55 e 64 anos, citaram algum tipo de contato com *softwares* e/ou simuladores. Este é um resultado diferente do obtido nesta pergunta quando o foco era a formação na graduação. Ou seja, alguns formadores que não tiveram nenhuma experiência com esses aparatos tecnológicos durante a graduação, tiveram a oportunidade de ter essa experiência na pós-graduação.

Entretanto, esses resultados podem ser influenciados pela área de conhecimento em que esses formadores cursaram a pós-graduação, considerando que existe uma grande concentração de professores egressos de programas de mestrado e/ou doutorado em Química

muitas dessas experiências com simuladores e principalmente os *softwares* estão relacionados com a escrita de artigos, da dissertação e da tese, no qual se utilizam os *softwares* específicos de Química para criar representações de moléculas e gráficos, o que não garante que esta experiência tenha sido suficiente para contribuir para que esses professores utilizem esses recursos em sua prática docente.

É evidente, observando os resultados da pesquisa, que os cursos de pós-graduação cursados pelos formadores não foram suficientes para que o grupo de formadores tivesse alguma experiência com *softwares* e simuladores educacionais. Este resultado, apesar de não estar fora do esperado por aquilo que enseja neste estudo, demonstra que ainda é necessário que as IES incentivem a formação continuada dos seus formadores, oferecendo um espaço formativo para que esses professores aprimorem suas reflexões, conhecimentos e habilidades sobre o uso de desses artefatos tecnológicos, porém, para isso é necessário que as IES realizem e estructurem suas políticas institucionais para a formação continuada do seu corpo docente.

Esta reflexão vai ao encontro das pesquisas realizadas por Hobold e Buendgens (2015), os quais buscaram compreender qual a influência da prática docente dos professores formadores perante os licenciandos. Segundo os autores, a relação existente entre professor e estudante é um fator importante para a aprendizagem, não somente na educação básica, mas, também na graduação e pós-graduação. Neste contexto, a formação inicial e a prática docente dos professores formadores são de fundamental importância para constituir a profissionalidade dos futuros professores de Química.

O professor formador influencia diretamente na concepção pedagógica dos licenciandos, não apenas em relação aos conteúdos, mas também na forma com que eles são trabalhados em sala de aula. Se os professores formadores realizarem uma prática docente baseada apenas no ensino tradicional, os licenciandos podem estar sendo influenciados a utilizar este modelo em sua prática profissional futura, em contrapartida, se os formadores utilizarem recursos tecnológicos de forma planejada, com objetivos definidos a partir da constituição da sua fluência digital como proposto por Cervera, Martínez e Mon (2016), esta será uma das influências que os licenciandos terão em sua futura prática docente (Hobold; Buendgens, 2015).

Entretanto, este processo é como um ciclo: se os professores formadores, quando eram estudantes de graduação e/ou pós-graduação, tiveram pouco contato com os *softwares* e simuladores educacionais, em sua prática docente esses artefatos também tendem a ser pouco utilizados, esse cenário se agrava ainda mais quando considerados o baixo número de formações complementares que foram realizadas por esses formadores.

A valorização da prática dos professores formadores passa pela implementação de políticas institucionais de formação continuada, e também pelo repensar da prática docente pelos próprios formadores, à luz dos desafios da sociedade atual, e da diversidade presente nas salas de aula (Valério; Silva, 2021).

Se queremos professores que reflitam sua prática com autonomia, que compreendam a função social de ensinar Química nas escolas, como proposto por Santos e Schnetzler (1996): a formação inicial oferecida pelas licenciaturas precisa colocar de lado as práticas baseadas apenas em um modelo tradicional, e em um racionalismo técnico. Para Flores, (2010. p. 187) “um ensino de qualidade exige professores de qualidade”.

Ao utilizar os *softwares* e simuladores educacionais em sua prática docente, será oferecido aos estudantes uma experiência formativa que tende a ser interessante em sua futura prática docente, obviamente esta é uma das inúmeras possibilidades que estão sendo discutidas pelos pesquisadores da área, e não pode ser considerada como uma solução imediata e pronta para algo complexo e com diversas variáveis, como o ensino aprendizagem em Química; entretanto, esses artefatos tecnológicos são opções válidas na sociedade conectada em que vivemos atualmente. Não é coerente no meu entendimento, haver silêncio esquivado ou falta desses artefatos na formação inicial dos professores.

5.4.1 Formação complementar sobre *softwares* e simuladores

Ao responderem o questionário, os participantes também tiveram a oportunidade de responder se cursaram alguma formação complementar e/ou aperfeiçoamento (curso, oficina, workshop e afins) sobre o uso de *softwares* e/ou simuladores aplicados ao ensino. Na ocasião, dos 65 professores que responderam a essa pergunta, apenas 16 afirmaram já que realizaram alguma formação continuada para aprimorem suas reflexões, conhecimentos e habilidades sobre os *softwares* e/ou simuladores educacionais durante a prática docente. O baixo número de formações complementares realizadas, atrelado ao baixo número de formadores que tiveram algum contato com *softwares* e/ou simuladores educacionais durante a graduação e pós-graduação parece possível argumentar que, mesmo após 20 anos do início do *novo movimento tecnológico* (Kensky, 2012), ainda se busca um caminho, para oferecer aos estudantes dos cursos de licenciatura uma formação que considero adequada para o uso desses artefatos tecnológicos na prática docente que irão realizar no futuro.

Os resultados, da aplicação do questionário demonstram que os professores formadores que estão há mais de 16 anos no exercício da função são aqueles que menos

realizaram alguma formação complementar, formação essa na qual, para o escopo deste estudo, denomino de formação continuada, sobre as possibilidades dos *softwares* e simuladores no contexto de uma prática docente em cursos de licenciatura em Química. Além disso, os professores que mais realizaram este tipo de formação, estão atuando entre 11 e 15 anos enquanto formadores de profissionais de nível superior, enquanto três professores com tempo entre 6 e 10 anos, realizaram alguma formação complementar para aprimorar as habilidades e/ou conhecimentos sobre esses artefatos tecnológicos. Outro ponto importante deste resultado está no fato de que dois professores que estão nos primeiros cinco anos de carreira afirmaram ter realizado alguma formação complementar. Este número é o dobro, se comparado ao grupo de formadores com atuação entre 16 e 21 anos ou mais, o que pode ser um indicativo de que cenário pode apresentar melhora nas próximas décadas.

Esses resultados sobre a realização da formação complementar demonstram que ainda existe um longo caminho a ser percorrido na oferta e incentivo desse tipo de formação para os professores formadores, no que se refere a utilização de *softwares* e simuladores. Sobre a importância deste tipo de formação, Conceição (2023) argumenta que, atualmente, na legislação educacional brasileira não existe nenhuma obrigatoriedade específica para professores do ensino superior. O que é exigido no contexto das universidades públicas é a diplomação nos níveis de mestrado e doutorado. Mas, apesar da formação excelente que a grande maioria desses profissionais possuem, durante a trajetória acadêmica não tiveram a oportunidade de discutir temas relacionados à prática docente. Por isso, concordo com o argumento da autora de que é necessário a criação de espaços formativos institucionais para que os professores formadores possam discutir e aprimorar seus conhecimentos para a docência universitária (Conceição, 2023).

Apesar do questionário ter sido aplicado entre agosto e setembro de 2023, e nesse período temporal já termos vividos a emergência de saúde da COVID-19, que fez com que fosse implementado o ensino remoto no Brasil, no qual as atividades dos cursos de graduação passaram a ser remotas (Brasil, 2020a), este baixo número de formadores que realizaram alguma formação complementar para a utilização de *softwares* e simuladores demonstra que ainda existe um caminho a ser percorrido para incentivar e oferecer oportunidades formativas.

Sobre a institucionalização desta ação, tive a oportunidade, durante o período de graduação em Licenciatura em Química na UTFPR, de atuar como tutor no curso “UTFPR *online*”. Na ocasião, a formação complementar foi oferecida na modalidade à distância, e os professores da instituição tinham a oportunidade de aprimorar seus conhecimentos sobre o uso das TDICs em sua prática docente, conhecendo diversas ferramentas tecnológicas para este fim.

Ao final do curso, para a emissão do certificado, os formadores deveriam elaborar um plano de aula sobre algum conteúdo por ele ministrados nos cursos de graduação da IES, e na ocasião, ao realizar o *feedback* dessa atividade, pude perceber que existia certa resistência dos formadores em inserir alguma das TDICs no plano de aula elaborado, de modo que esta tecnologia não seja apenas mais uma maneira de fomentar o ensino tradicional de forma remota.

Para Dias e Branco (2022), é preciso observar que podem existir lacunas na formação dos professores formadores, na graduação, mestrado e no doutorado, no que se refere à prática docente universitária. Nesta perspectiva, os cursos de formação continuada são fundamentais para colocar em pauta os problemas vivenciados por esses profissionais, pois ao realizarem a prática docente nos cursos de graduação, a construção do planejamento, a grande diversidade que existe entre os estudantes, as técnicas de ensino, a utilização de recursos didáticos, como os *softwares* e simuladores educacionais, são atividades que envolvem autonomia, reflexão sobre a própria prática docente, e conhecimentos sobre a pedagogia universitária.

Algumas IES brasileiras possuem programas de formação continuada para seus professores, como é caso da UFOP, que criou em 2013 o programa de formação continuada sala aberta, para oferecer um espaço de aperfeiçoamento da prática profissional dos seus professores¹⁵. O programa funciona como um espaço para troca de experiências e reflexão entre pares, e tem atraído, nesses últimos dez anos, uma quantidade significativa de professores formadores, que durante e a após a pandemia de COVID-19, buscam entender as dificuldades de aprendizagem dos estudantes e adquirir habilidades para o uso de TDICs, enquanto recurso didático (Conceição, 2023). Ações institucionais como essa se apresentam como uma importante estratégia de incentivo para que os professores formadores possam refletir sobre sua prática docente e aprimorá-la. No entanto, esse tipo de política institucional me parece ainda não ser suficiente para atender os professores formadores.

5.5 MOTIVAÇÃO DA REALIZAÇÃO DA FORMAÇÃO COMPLEMENTAR

Para compreender qual foi a motivação que levou esses formadores a realizarem a formação complementar para a utilização de *softwares* e simuladores, os 16 formadores que a realizaram tiveram a oportunidade de escrever sobre essa motivação em uma questão aberta. Conforme descrevi na metodologia, utilizei a análise categorial temática de conteúdo. Para

¹⁵ Mais informações sobre o programa sala aberta, podem ser encontradas no link: <https://www.prograd.ufop.br/sala-aberta-docencia-no-ensino-superior> acesso: 11. Mar. 2024.

analisar as respostas que recebi e para organizá-las, utilizei uma codificação que segue o seguinte exemplo: PF4 - FC (professor formador quatro – formação complementar). No quadro 28, apresento as respostas dos formadores, bem como as unidades de contexto e de registro que constitui.

QUADRO 28 - MOTIVAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DA FORMAÇÃO COMPLEMENTAR

Código	Resposta do Formador na Inteira	Unidades de Contexto	Unidades de Registro (continua)
PF4-FC	Gosto de conhecer novas tecnologias, mas a grande motivação foi o trabalho remoto proporcionado pela COVID-19.	Conhecer novas tecnologias.	Atualização Profissional
		Trabalho remoto proporcionado pela COVID-19.	Ensino remoto
PF5-FC	Realizei uma especialização Lato Sensu com foco na formação de professores na cultura digital. A minha motivação/interesse foi em compreender, em uma perspectiva crítica, as potencialidades e limitações do uso das TDIC na Educação (nível básico e superior).	[...] formação de professores na cultura digital.	Processo formativo
		[...] compreender, em uma perspectiva crítica, as potencialidades e limitações do uso das TDIC.	Atualização profissional
PF16-FC	Busca por conhecer novos recursos para qualificar as aulas, em especial as do ensino envolvendo TICs.	[...] conhecer novos recursos para qualificar as aulas.	Atualização profissional
PF21-FC	Necessidade devido a pandemia de COVID-19.	[...] pandemia de COVID.	Ensino remoto
PF22-FC	Conhecer as funcionalidades e as possibilidades de construir novos conhecimentos, tornando a aprendizagem dos estudantes significativa.	Conhecer as funcionalidades e as possibilidades.	Atualização profissional
		[...] aprendizagem dos estudantes.	Processo formativo
PF25-FC	Interesse em conhecer essas ferramentas.	[...] conhecer essas ferramentas.	Atualização profissional
PF28-FC	Atualização, apropriação de novos conhecimentos.	Atualização apropriação de novos conhecimentos.	Atualização profissional
PF31-FC	Aprimoramento profissional, conhecimento de <i>softwares</i> para ensinar Química/Ciências, acessar aplicativos descritos em	Aprimoramento profissional.	Atualização profissional

	artigos científicos, ampliar repertório para ensinar nas disciplinas sobre Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Química/Ciências.	[...] ensinar Química/Ciências	Processo formativo
		[...] ampliar repertório para ensinar	Prática docente
Código	Resposta do Formador na Inteira	Unidades de Contexto	Unidades de Registro (conclusão)
PF32-FC	Senti necessidade de especialização para atender as mudanças e inovações na área da educação e de metodologias ativas para o ensino e a aprendizagem e, assim poder contribuir para melhor formação inicial dos meus estudantes.	[...] atender as mudanças e inovações na área da educação.	Sociedade conectada
		[...] contribuir para melhor formação inicial dos meus estudantes.	Processo formativo
PF49-FC	Minha motivação foi para fornecer mais uma ferramenta para a assimilação dos conteúdos ministrados, no caso, Física e Astronomia.	[...] fornecer mais uma ferramenta para a assimilação dos conteúdos ministrados.	Processo formativo
PF53-FC	Sempre tive interesse, mas a pandemia acelerou o processo.	[...] pandemia acelerou o processo.	Ensino remoto
PF54-FC	Melhorar a qualidade didática das minhas aulas, motivar os alunos em formação para o uso de novas tecnologias.	[...] Qualidade didática das minhas aulas.	Prática docente
		[...] motivar os alunos em formação.	Processo formativo
PF57-FC	Necessidade de conhecer os recursos e poder utilizá-los em aula.	[...] conhecer os recursos.	Atualização profissional
PF58-FC	Minha motivação de realizar formação complementar é que na atualidade o uso de ferramentas computacionais tem crescido e veio pra ficar, por isso precisamos nos capacitar.	[...] uso de ferramentas computacionais tem crescido e veio pra ficar	Sociedade conectada
		[...] precisamos nos capacitar	Atualização profissional
PF60-FC	Melhorar minha prática docente com metodologias para tornar a aula mais dinâmica.	Melhorar minha prática docente.	Processo formativo

FONTE: O autor (2023).

Apresento, ainda, no quadro 29 a ocorrência das unidades de registro, sobre a motivação da realização da formação complementar pelos professores formadores.

QUADRO 29 - OCORRÊNCIA DAS UNIDADES DE REGISTROS NO EIXO FORMAÇÃO COMPLEMENTAR

Unidade de registro	Repetição
Atualização Profissional	9
Processo formativo	6
Ensino remoto	3
Prática docente	2
Sociedade conectada	1

FONTE: O autor (2024).

Após finalizar o movimento de constituição das unidades de contexto, e de sua significação (unidades de registro), o próximo passo foi articular as unidades de registro com os eixos temáticos da pesquisa. Para isso, utilizei-me das divergências e confluências entre eles, e os relacionamos com os objetivos da pesquisa. Os temas foram então articulados com o referencial teórico que adotei, para então serem constituídos os eixos temáticos da pesquisa e, posteriormente, as categorias de análise.

Segundo Rodrigues (2019), esses movimentos são processos subjetivos para o pesquisador, já que um mesmo eixo temático pode ter relação com várias categorias de análise, o que requer do pesquisador um conhecimento sólido dos dados, para que sejam constituídas(s) boa(s) categoria(s). Considerando essas especificidades da análise de conteúdo, constituí a categoria: **Profissionalidade do professor formador dos cursos de licenciatura em Química**. No Quadro 30, sistematizo os movimentos que foram realizados.

QUADRO 30 - PROCEDIMENTO DE CONSTITUIÇÃO DA CATEGORIA DE ANÁLISE

Unidade de registro	Tema	Eixo temático da pesquisa	categoria de análise (continua)
Atualização Profissional	Conhecimentos necessários à docência.	Professores formadores de professores de Química.	Profissionalidade do professor formador dos cursos de licenciatura em Química.
Sociedade conectada			
Prática docente	Significação do trabalho dos professores formadores.		
Ensino remoto	Ensino e aprendizagem mediados por TDICs.	Possibilidades de uso dos <i>softwares</i> e simuladores educacionais.	

Unidade de registro	Tema	Eixo temático da pesquisa	categoria de análise (conclusão)
Processo formativo	Formação de professores de Química.	Formação de professores em um contexto tecnológico.	

FONTE: O autor (2024).

5.5.1 Interpretação da categoria: Profissionalidade do professor formador dos cursos de Licenciatura em Química

Nesta categoria, busquei discutir alguns aspectos fundamentais da profissionalidade do professor formador de professores de Química, contemplando os seus aspectos em um movimento dialógico com a literatura da área. A profissionalidade docente vem sendo discutida na literatura para discutir questões como: o que caracteriza o ser docente? O que é específico da profissão docente? A profissão docente está, então, ligada às condições políticas, culturais, sociais e econômicas de determinada sociedade e em determinado período. Neste cenário, a figura do professor formador é uma das centrais na formação dos professores de Química, esses profissionais carregam consigo a maior parte da responsabilidade pelo sucesso e condução dos processos educacionais (Valério; Silva, 2021).

Ambrosetti e Almeida (2009), argumentam que a profissionalidade docente está relacionada com os conceitos e processos envolvidos na constituição desse sujeito, com início na educação básica, passando pela formação profissional e atingindo a o exercício da profissão.

A partir deste conceito, considero que as experiências que os professores formadores viveram enquanto estudantes da educação básica, da graduação e pós-graduação, assim como os aspectos culturais, sociais, econômicos e políticos em que essas experiências foram vivenciadas, são fatores que contribuem para as suas concepções pedagógicas de ensino, e também com a forma com que eles lidam, interagem e utilizam as tecnologias digitais em sua prática docente. Morgado (2011), compreende que a profissionalidade docente significa pensar de que forma os professores se situam e agem durante a prática docente, e também pensar que sua constituição profissional segue ao longo de toda a vida, não se restringindo à formação inicial, contemplando, também, a formação continuada e outras experiências que possam vivenciar durante a vida.

Constituí, então, esta categoria para interpretar as respostas que os 16 professores formadores forneceram ao serem questionados sobre a motivação que os levou a cursar uma formação complementar para a utilização *de softwares* e simuladores. Considero que o ato de cursar esta formação relaciona-se com a profissionalidade docente, já que este processo ocorre

durante toda a vida profissional. As motivações dos formadores contemplam certos aspectos, como a atualização profissional, aprimoramento da prática docente, desafios que foram impostos pelo ensino remoto emergencial, e também o fato de vivermos atualmente em uma sociedade conectada.

Neste contexto, a atualização profissional foi um motivo importante para os formadores que realizaram a formação complementar. Para o professor formador PF5-FC, a formação foi realizada para “[...] *compreender, em uma perspectiva crítica, as potencialidades e limitações do uso das TDIC*”, já os professores PF16-FC e PF28-FC, argumentam que a suas motivações foram respectivamente “[...] *conhecer novos recursos para qualificar as aulas*” e “[...] *atualização e apropriação de novos conhecimentos*”. Ainda sobre esta mesma motivação, o formador PF58-FC argumenta que a “[...] *motivação de realizar formação complementar é que na atualidade o uso de ferramentas computacionais tem crescido e veio pra ficar, por isso precisamos nos capacitar*”.

O processo de atualização profissional compreende a profissionalidade docente, que coloca em destaque as práticas educativas dos professores formadores, e as dimensões sociais e subjetivas do seu trabalho. Gorzani e Davis (2017), argumentam que um dos aspectos da profissionalidade docente é a construção de competências e/ou habilidades para atuação enquanto formador. As situações concretas de trabalho e as possíveis pressões para encontrar soluções, podem fazer com que esses profissionais repensem a prática e adquiram novos conhecimentos. Considerando essas especificidades do trabalho dos formadores, outra importante motivação para realizar a formação complementar foi o ensino remoto emergencial instaurado no Brasil pelo CNE no Parecer CNE/CP nº 5/2020, o qual orienta que o ensino remoto não fica restrito a propor atividades não presenciais para cumprir uma carga horária. O fato importante nesta modalidade de ensino é a utilização de estratégias pedagógicas e de comunicação que possibilitam desenvolver estratégias para a aprendizagem (BRASIL, 2020a).

A implementação desta modalidade de ensino, por conta da emergência global de saúde causada pela pandemia de COVID -19, foi apontada como a motivação para realizar a formação complementar por alguns formadores. Sobre este cenário, o professor formador PF53-FC argumenta que “[...] *sempre tive interesse, mas a pandemia acelerou o processo*”, já o participante PF21-FC compreende que a sua motivação está atrelada à “[...] *necessidade devido a pandemia de COVID*”, enquanto o professor formador PF4-FC reverbera que “[...] *Gosta de conhecer novas tecnologias, mas a grande motivação foi o trabalho remoto proporcionado pela COVID-19*”.

O que ocorreu, então, foi uma mudança em um dos aspectos da profissionalidade, ou seja, foi necessário que os professores adquirissem novas habilidades para ministrar aulas no ensino remoto. E, especificamente no contexto desta pesquisa, no qual o foco da minha investigação é a utilização de *softwares* e simuladores educacionais nos cursos de licenciatura em Química, sob a perspectiva dos professores formadores, o ensino remoto foi um grande desafio para os professores e estudantes dos cursos, representando uma mudança organizacional e cultural no processo de ensino e aprendizagem. Houve, então, uma modificação em um dos aspectos da profissionalidade, que Contreras (2012) compreende como o desempenho, os valores e as intenções da prática docente considerando os objetivos almejados.

Realizar a formação complementar possibilitou que esses formadores tivessem mais condições de preservar a intenção da prática docente (ensinar), e também que os objetivos fossem mais bem alcançados (a formação do licenciado em Química), como ocorreu em minha própria experiência, ao ter concluído minha graduação na UTFPR durante o ensino remoto emergencial. Além disso, alguns formadores compreendem que esta mudança na profissionalidade chegou de forma definitiva, não sendo um momento apenas passageiro, e causa impactos na prática docente daqui por diante.

A respeito desses possíveis impactos dessas mudanças na prática docente, o participante PF28-FC argumenta que sentiu necessidade de “[...] *atender as mudanças e inovações na área da educação*”. Os formadores parecem ter uma compreensão de que as mudanças culturais e organizacionais da prática docente, causadas pelo ensino remoto, não acabaram com o fim desta modalidade de ensino, nem com o retorno das atividades presenciais.

Além disso, alguns formadores, ao realizarem a formação complementar, estavam preocupados em melhorar a prática docente para oferecer melhorias aos estudantes dos cursos de licenciatura em Química, como é o caso do formador PF58-FC, que argumentar ter realizado a formação para “*melhorar a qualidade didática das aulas, motivar os alunos em formação para o uso de novas tecnologias*”, enquanto o participante PF32-FC compreende a sua motivação para “[...] *contribuir para melhor formação inicial dos meus estudantes*”.

Ainda sobre esta preocupação, o professor formador PF31-FC reverbera que realizou a formação complementar para “*aprimoramento profissional, conhecimento de softwares para ensinar Química/Ciências, acessar aplicativos descritos em artigos científicos, ampliar repertório para ensinar nas disciplinas sobre Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Química/Ciências*”. Enquanto o professor PF54-FC realizou a formação complementar para “*melhorar a qualidade didática das aulas, motivar os alunos em formação para o uso de novas tecnologias*”. Já o professor PF49-FC, que ministra aulas do ciclo básico

do curso (disciplinas de física) compreende que a sua motivação para realizar a formação foi para “[...] fornecer mais uma ferramenta para a assimilação dos conteúdos ministrados, no caso, Física e Astronomia”.

O maior montante de motivações apontadas pelos formadores para realizar a formação complementar foi a vontade de aprimorar a prática docente, para que um dos principais objetivos da profissão fossem alcançados (a formação do licenciado em Química). Essas motivações, são específicas da profissão docente, e são também uma vertente importante da profissionalidade, que se dá na relação entre os contextos práticos, habilidades e conhecimentos específicos à docência, e são passíveis de modificações a partir da mudança do momento histórico e político (Gorzani e Davis, 2017).

As motivações, que apresentei neste movimento dialógico são de caráter pessoal dos formadores, voltadas para a prática docente e para a aprendizagem dos estudantes e demonstram as especificidades do profissional docente e a influência que os fatores sociais, ambientais e políticos podem causar nesta profissão, modificando algumas vertentes do conceito de profissionalidade docente, quando aplicados aos professores formadores que atuam nos cursos de licenciatura em Química.

A profissão de professor formador de professores de Química possui suas próprias especificidades, diferente dos desafios que podem ser encontrados na rotina de trabalho de um Químico que exerce as suas atividades no ramo da indústria, desenvolvendo processos, produtos, realizando análises (entre outras atividades possíveis para este profissional). O professor formador está inserido em contexto totalmente influenciado por diferentes aspectos da sociedade, sejam eles sociais, culturais, econômicos e políticos. Para elucidar esta consideração, imagine uma situação hipotética: O trabalho de um professor formador que ministra aulas para um curso de graduação em um país do oriente, obviamente terá especificidades diferentes daqueles que atuam como professores formadores no Brasil, ou em outros países da América Latina; pois o Ensino de Ciências é historicamente demarcado e culturalmente delineado, sofrendo grande influência desses aspectos.

Este cenário demonstra a complexidade desta profissão e os possíveis desafios que os pesquisadores que dedicam a estudar assuntos relacionados a este profissional podem enfrentar. Durante esta pesquisa, investiguei se esses professores formadores (aqueles que exercem a sua profissão nos cursos de licenciatura em Química na modalidade presencial no estado do Paraná) conhecem, utilizam, e relatam as suas experiências de uso de *softwares* e simuladores educacionais na prática docente. Para isso, dediquei uma das seções do questionário. Os resultados demonstram que o cenário de contato com *softwares* e simuladores educacionais

durante a graduação e/ou pós-graduação é pouco expressivo, o que configura em uma possível falha na formação que as IES Brasileiras estão oferecendo nos cursos de pós-graduação e até mesmo de graduação.

Entretanto, não posso generalizar essa informação, preciso considerar o contexto, a estrutura que a IES possui, o projeto político pedagógico dos cursos, entre outros fatores. Compreendendo que a popularização do computador nas IES de forma ampla, ocorreu apenas nos últimos 20 anos (Kensky, 2012). A disponibilidade de rede internet, laboratórios de informática e o desenvolvimento de *softwares* e simuladores, também é algo recente para a história e até mesmo para ciências. Todos esses fatores constituem, com o passar do tempo, a profissionalidade dos professores formadores. Esses profissionais levam para a sala de aula as experiências que tiveram, a visão de mundo que possuem, todo arcabouço de um ser histórico e cultural.

Além desta pequena quantidade de professores que tiveram a oportunidade de ter contato com esses artefatos tecnológicos durante a sua formação na graduação e/ou pós-graduação, o número de professores formadores que realizaram algum tipo de formação complementar (que neste trabalho tratei como um tipo de formação continuada) também se apresentou baixo. O que foi um resultado inesperado, considerando que esta pesquisa foi realizada após o período oficial da pandemia de COVID-19, e conseqüentemente, do fim do ensino remoto emergencial. As motivações que levaram este pequeno grupo de formadores (17 dos 65 que forneceram respostas passíveis de análise) pareceu-me ser bastante pessoal, alguns procuraram melhorar as aulas, outros buscavam conhecer essas ferramentas para incentivar que os estudantes a utilizassem futuramente.

Entretanto, esses resultados apontam para um cenário de ausência políticas institucionais de formação e atualização profissional para os formadores, seja com o fomento de cursos de atualização, de oficinas e outros meios de se fazer e incentivar a formação continuada desses docentes, e conseqüentemente aprimorar os aspectos relacionados ao trabalho e ao objetivo (formar licenciados em Química) que sejam capazes de contribuir para o desenvolvimento da sociedade. Onde estão os espaços para que os formadores possam discutir a prática? Trocar experiências? E adquirir as habilidades necessárias para compreender os limites e possibilidades dessas tecnologias em sua prática docente de forma reflexiva? Todo esse processo, no caso dos professores formadores que responderam ao questionário, parece-me ter sido feito por motivações próprias e não por incentivo alheio ou por políticas institucionais.

Um cenário contraditório, pois os professores formadores são a principal referência que os estudantes de licenciatura têm em seu processo formativo, esses estudantes passam alguns anos convivendo com esses professores, observando a sua prática e aprendendo, significando e ressignificando a sua profissionalidade. É mais do que necessário, então, que esses curso de graduação ofereça a este futuro professor possibilidades que vão além do ensino mecânico e tradicional. Neste ponto em específico, não pretendo fazer qualquer tipo de populismo e repudiar esta modalidade de ensino. As tecnologias podem ser benéficas, mas também podem ser ruins para o trabalho dos professores, entretanto, fornecer maiores condições de formação e aprimoramento para os professores formadores de professores de Química parece quase que fundamental, além da modernização dos cursos, tornando-os mais atrativos e interessantes em um cenário de cada vez mais baixa procura dos cursos de licenciatura pelos estudantes, e desinteresse pela carreira docente.

5.6 UTILIZAÇÃO DE *SOFTWARES* E SIMULADORES NA PRÁTICA DOCENTE

Em síntese, referenciando a questão 10 do questionário, obtive o relato de vivências da utilização de *softwares* e simuladores na prática de ensino por parte de 58 docentes. Apenas sete não manifestaram recordação de utilização desses artefatos. Cabe salientar que dois recursos foram mais frequentes nessas memórias retrospectivas e que, mesmo havendo um grande número de práticas relatadas, não é possível garantir que este uso não tenha sido pontual, esporádico.

O simulador *Phet*[®] Colorado foi citado por 23 professores, sendo o simulador educacional que se apresentou mais utilizado entre os formadores. Já o *software* *Chemsketch*[®] foi citado por quatro participantes, definindo-se como o *software* que foi mais lembrado pelos formadores. Outros recursos foram comentados em menor escala: *Avogrado*, *Canvas*, *LabVirt*[®], *Kahoot*[®], *Periodic Table*[®], *RappChemistry*[®], *Chemdraw*[®], *Chemtube3D*[®], *Edraw Max*[®] e o *Google forms*[®].

Tais resultados repercutem aspectos da etapa de RBL, onde pude identificar justamente a popularidade do simulador *Phet*[®] Colorado. Este recurso foi discutido em 15 dos 52 trabalhos que fizeram parte do *corpus* da RBL. Ramos e Jesus (2023, p. 7) argumentam que o *Phet* Colorado possui “[...] diversas simulações disponibilizadas para uso livre a estudantes, professores, escolas e demais instituições interessadas” e que se trata de um recurso que aborda conteúdo das várias disciplinas científicas (Biologia, Física, Química, Ciências da Terra e

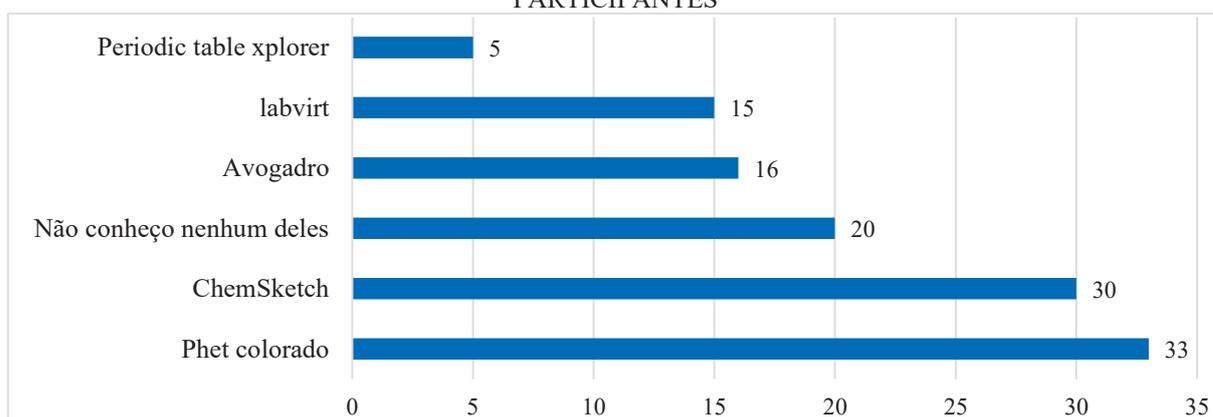
Matemática). A gratuidade e a riqueza de recursos, associada à disponibilidade em língua portuguesa e uso intuitivo são fatores que explicam sua popularidade.

No caso do *software ChemSketch*[®], o pareamento entre a popularidade na comunidade de pesquisa e entre os formadores não foi tão acentuado: embora tenha aparecido em nove artigos da RBL, foi citado apenas duas vezes pelos formadores participantes dessa pesquisa.

Apesar disso, Batista *et al.* (2016) afirmarem que este *software* parece ser uma boa opção para ser utilizado por estudantes e professores de Química, tendo em vista que o mesmo permite a reprodução de estruturas químicas de compostos orgânicos, polímeros e compostos de coordenação, permitindo a visualização tridimensional, podendo ser eficaz para a construção do conhecimento.

Em uma nova pergunta (questão 11), agora estimulada, tendo sido apresentados os nomes de diferentes *softwares* e simuladores para reconhecimento dos respondentes (registrados a partir da RBL), confirmei a relevância do *Phet Colorado* e do *ChemSketch*. Agora, porém, foram bastante reconhecidos também os recursos *Avogadro*[®], e *Labvirt*[®] da USP. O *software* educacional *Periodic Table Xplorer*[®] foi apontado por cinco formadores. E, de modo significativo, 20 respondentes disseram não conhecer nenhum dos artefatos tecnológicos apresentados na questão. O Gráfico 14 sistematiza estes resultados:

GRÁFICO 14 - CONHECIMENTO DE SOFTWARES E SIMULADORES EDUCACIONAIS PELOS PARTICIPANTES



FONTE: O autor (2024).

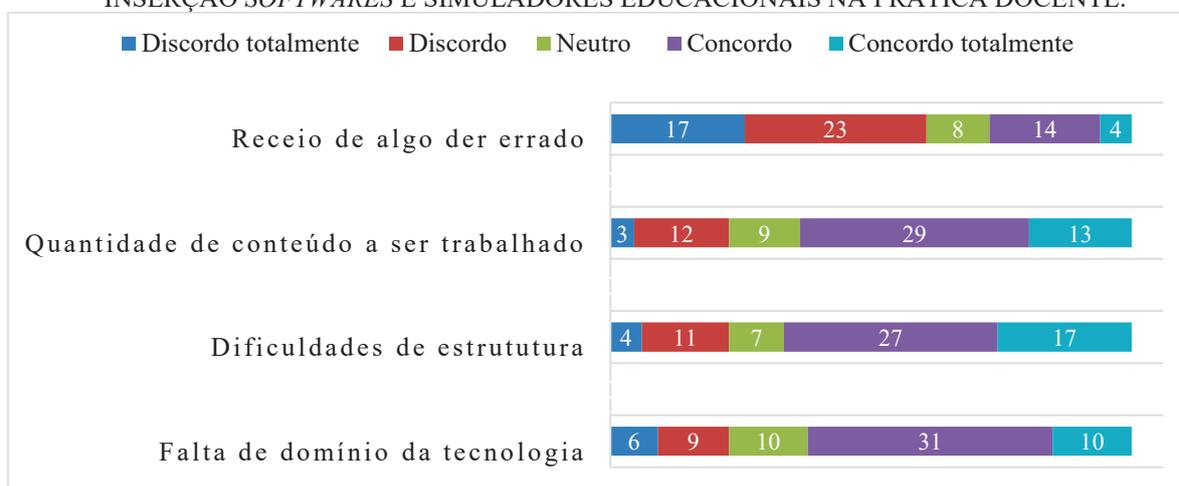
Ao combinar esses resultados confirmei a preponderância do simulador educacional *Phet Colorado* como principal recurso com o qual os formadores se dizem familiarizados (33 respostas). Também percebi que todos os artefatos apresentados na questão são reconhecidos por essa comunidade. No entanto, há um contingente grande de formadores (20 participantes

desta pesquisa) alheios ao conhecimento dos simuladores e *softwares* mais repercutidos pela literatura da área e utilizado pelos seus pares.

A partir disso, evidenciei a importância de processos formativos que coloquem os professores formadores em contato com os recursos citados, não apenas na perspectiva instrumental, mas, e sobretudo, a partir da partilha das experiências do grupo. Trata-se da pertinência e urgência de modelos de formação continuada reflexiva, coletiva, situada na prática, em primeira pessoa, conforme as propostas por diversas pesquisas (Valério *et al.*, 2021; Valério; Silva, 2021; Conceição, 2023).

No contexto da inserção de *softwares* e simuladores educacionais, e também outras TDICs na prática docente, além das reflexões, conhecimentos e habilidades, outros fatores são importantes, como a estrutura física da IES, a carga de trabalho administrativo, e o número de estudantes por turma, etc. Os trabalhos de Silva e Soares (2018), Mota, Santos e Fonseca (2023), por exemplo, enumeram dificuldades para o desenvolvimento de práticas de ensino mediadas pelas TDICs em Química. Nesta perspectiva, a questão de número 12 buscou reconhecer as dificuldades enunciadas (ou denunciadas) pelos próprios participantes, em graus de concordância (escala *Likert*). No Gráfico 15 sistematizei as respostas de tal inquérito.

GRÁFICO 15 - SISTEMATIZAÇÃO EM ESCALAR *LIKERT* DE ALGUMAS DIFICULDADES DA INSERÇÃO *SOFTWARES* E SIMULADORES EDUCACIONAIS NA PRÁTICA DOCENTE.



FONTE: O autor (2024).

O “receio de dar errado” foi apontado por 18 formadores, sendo mais relevante ainda para quatro deles. No entanto, a maior parte dos respondentes (40 participantes desta pesquisa) não têm tal receio. Em contrapartida, 41 docentes dizem não dominar plenamente a tecnologia necessária a tal experiência. Somente seis entre os 65 formadores investigados manifestaram

ter total domínio desses recursos. Trata-se de uma constatação interessante, inclusive, para as possibilidades de formação desse grupo.

Por outro lado, 42 docentes manifestam que uma dificuldade importante nesse processo é a “quantidade de conteúdo a ser trabalhado”. Apenas 15 discordam dessa afirmação. Confirmando, portanto, o conhecido problema do inchaço curricular e do volume exacerbado de conteúdo a serem contemplados durante as disciplinas da graduação. É possível, aparentemente, que o desafio de “vencer a ementa” constitua um empecilho ao ímpeto e interesse pela adoção dos recursos aqui discutidos.

Não obstante, o problema da infraestrutura física (acesso à internet e dispositivos adequados) foi relatado pelo expressivo número de 44 formadores. Cabe, por óbvio, então, atenção das instituições e do Estado com políticas que possam mitigar essa questão, mas também novas investigações acadêmicas que subsidiem melhores definições para esse tema – por exemplo, quais seriam os recursos básicos de uma sala de aula em que se possa explorar os simuladores e *softwares* aqui citados.

Esses resultados que obtive vão ao encontro da pesquisa TIC educação, realizada em 2019 pelo Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (CETIC), um órgão que atua sob apoio técnico da UNESCO. Na ocasião, os pesquisadores do CETIC concluíram que 93% dos professores (sem distinção do nível em que atuam), se atualizam sobre o uso das tecnologias sozinhos. Além disso, a falta de conhecimento sobre o uso correto das tecnologias, e a falta de estrutura necessária, também foi apontada no relatório como uma das principais dificuldades dos professores ao inserir as tecnologias em sua prática docente. Muitas instituições de ensino ainda não oferecem o suporte e capacitação necessárias para que o seu corpo docente seja capacitado e seja familiarizado com esses artefatos tecnológicos, entendendo seus limites e possibilidades (CETIC, 2019).

Sobre este mesmo aspecto, Rosa (2013, p. 215), ao discutir algumas dificuldades apontadas por professores no uso das tecnologias, argumenta que:

[...] quando se refere ao trabalho do professor da educação superior, a questão temática Tecnologias e Trabalho docentes ganham contornos específicos, devido as funções que esse grau de ensino representa no desenvolvimento social, cultural e econômico de um país, por meio da produção do conhecimento, da ciência e da tecnologia.

Para a autora, existem especificidades no trabalho dos professores universitários que fazem com que o uso das tecnologias esteja atrelado a funções específicas da profissão, que envolvem o desenvolvimento da sociedade, por meio da produção científica. O que, ao contrário

do que se pensa no senso comum, acaba por exigir desses profissionais o conhecimento sobre concepções metodológicas de ensino, que atenda as especificidades da profissão, em uma sociedade contemporânea (Rosa, 2013).

5.7 EXPERIÊNCIA DOS FORMADORES COM *SOFTWARES* E SIMULADORES APLICADOS AO ENSINO DE QUÍMICA

Conforme pude reconhecer durante a RLB, o maior acervo de conhecimento sobre os *softwares* e simuladores deriva, justamente, de experiências de ensino desenvolvidas e avaliadas por professores-pesquisadores. Tal referencial dialoga, agora, com as respostas apresentadas ao item 13 do questionário, quando solicitei aos respondentes que relatassem suas experiências docentes, ou mesmo enquanto estudantes.

De acordo com o que descrevi na metodologia, utilizei uma codificação específica para os excertos: de modo exemplar o código PF1-RE define o professor formador número um em seu relato de experiência. Abaixo apresento todas as respostas recebidas, na íntegra, as unidades de contexto delas identificadas e extraídas, e, por fim, a unidade de registro em síntese interpretativa autoral:

QUADRO 31 - EXPERIÊNCIA COM *SOFTWARES* E SIMULADORES

Código	Resposta do Formador na íntegra	Unidades de contexto	Unidades de registro (continua)
PF1-RE	O uso de simuladores de reações orgânicas intensifica o aprendizado, até porque é possível observar as interações entre os orbitais moleculares de forma tridimensional, e o que é mais importante é a reação em movimento, se aproximando mais da realidade.	Intensificam o aprendizado.	Processo formativo
		forma tridimensional. [...] reação em movimento, se aproximando mais da realidade.	Tripleto Químico
PF3-RE	Como atuo também no ensino médio, minhas maiores experiências com estes softwares estão lá. Já utilizei para revisar conteúdos e até mesmo como ferramenta avaliativa. Sempre tive boas experiências, porém algumas vezes dificuldades relacionadas à internet e conexão. Tabelas periódicas digitais.	Já utilizei para revisar conteúdos e até mesmo como ferramenta avaliativa.	Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico
		Sempre tive boas experiências, porém algumas vezes dificuldades relacionadas à internet e conexão. Tabelas periódicas digitais.	Desafios da prática docente
		Utilizo esporadicamente <i>softwares</i> para construção	Tripleto Químico

	relacionadas à internet e conexão. Tabelas periódicas digitais e apps eu incentivo semanalmente seu uso. Além disso, utilizo esporadicamente softwares para construção de apresentação de átomos e moléculas	de apresentação de átomos e moléculas.	
Código	Resposta do Formador na íntegra	Unidades de contexto	Unidades de registro (continuação)
PF4-RE	Recordo de fazer o uso corriqueiro em minhas aulas da educação básica para trabalhar distintos aspectos do conhecimento químico. O uso dessas tecnologias auxiliava, por exemplo, no trânsito entre os três níveis do conhecimento químico e, em muitos casos, a simular experimentos. Recordo, por exemplo, do uso de uma simulação do PHET sobre soluções de água e açúcar. Ao discutir as interações entre diferentes materiais e a água, a simulação permite discutir, no nível macro e micro, a forma como se dá o processo de dissolução de sais em água.	[...] trânsito entre os três níveis do conhecimento químico e, em muitos casos, a simular experimentos. Recordo, por exemplo, do uso de uma simulação do PHET sobre soluções de água e açúcar. Ao discutir as interações entre diferentes materiais e a água, a simulação permite discutir, no nível macro e micro, a forma como se dá o processo de dissolução de sais em água.	Tripleto Químico
	No Ensino Superior, no decorrer de uma disciplina de Práticas Pedagógicas, ao discutir a aproximação entre Artes e Ciências, solicitei aos discentes que utilizassem a técnica de colagem para apresentar/discutir qualquer conteúdo químico do Ensino Médio. A ideia era fazer o uso de qualquer <i>software</i> livre (Por exemplo, Canva) para montar uma composição no formato digital.	[...] solicitei aos discentes que utilizassem a técnica de colagem para apresentar/discutir qualquer conteúdo químico do Ensino Médio. A ideia era fazer o uso de qualquer <i>software</i> livre (Por exemplo, Canva) para montar uma composição no formato digital.	Processo formativo

Código	Resposta do Formador na íntegra	Unidades de contexto	Unidades de registo (continuação)
PF8-RE	Enquanto estudante, não tenho recordações quanto a utilização destas ferramentas. Enquanto docente, sempre utilizo em aulas do ensino médio e superior, para ilustração, fixação ou demonstração de conteúdo.	Enquanto docente, sempre utilizo em aulas do ensino médio e superior, para ilustração, fixação ou demonstração de conteúdo.	Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico
PF9-RE	Através do uso do <i>Google Forms</i> eu consigo fazer um acompanhamento do aprendizado dos estudantes.	Acompanhamento do aprendizado dos estudantes.	Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico
PF10-RE	Só utilizei softwares durante a realização do mestrado e doutorado, os quais eram bem específicos, muito antigos e difíceis de usar. A experiência foi de ser algo muito trabalhoso, e entediante, contudo, creio que por serem programas muito antigos. Não tenho como comentar sobre a prática de versões atuais como docente, pois não usei. Além disso, tenho a preferência pela forma de ensino tradicional.	Só utilizei <i>softwares</i> durante a realização do mestrado e doutorado, os quais eram bem específicos, muito antigos e difíceis de usar. A experiência foi de ser algo muito trabalhoso, e entediante, contudo, creio que por serem programas muito antigos.	Fluência digital
		Além disso, tenho a preferência pela forma de ensino tradicional.	Concepções didático pedagógicas
PF12-RE	Eu utilizo várias ferramentas de modelagem molecular, de domínio público ou de código aberto, em ambiente Microsoft ou Unix.	Eu utilizo várias ferramentas de modelagem molecular, de domínio público ou de código aberto [...].	Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico
PF13-RE	Comento sobre uma aula de disciplina de Ensino de Química I, sobre o de TICs com os alunos da licenciatura em Química, na qual cada um deveria apresentar um simulador ou <i>software</i> e planejar uma aula com sua	[...] sobre o de TICs com os alunos da licenciatura em Química, na qual cada um deveria apresentar um simulador ou <i>software</i> e planejar uma aula com sua utilização.	Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico
		[...]os estudantes têm dificuldade em utilizar recursos (por si só), mas principalmente em	Processo formativo

	utilização. Foi possível perceber que os estudantes tem dificuldade em utilizar recursos (por si só), mas principalmente em organizá-los como recursos didáticos numa aula.	organizá-los como recursos didáticos numa aula.	
Código	Resposta do Formador na íntegra	Unidades de contexto	Unidades de registro (continuação)
PF15-RE	Enquanto docente uso o PHET Colorado principalmente para os temas Estrutura Atômica e Configuração eletrônica dos átomos. As simulações auxiliam muito a compreensão destes temas. Não uso outros simuladores por desconhecer.	[...]os temas Estrutura Atômica e Configuração eletrônica dos átomos. As simulações auxiliam. Muito a compreensão destes temas.	Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico
PF16-RE	A experiência de ensinar conformação e estereoquímica usando softwares que mostram moléculas em 3D auxiliam consideravelmente. Ainda, mostrar a energia de confôrmeros calculados também torna o aprendizado mais sólido, mais distante do abstrato.	[...] ensinar conformação e estereoquímica usando softwares que mostram moléculas em 3D auxiliam consideravelmente.	Apropriação da linguagem Química
		[...] torna o aprendizado mais sólido, mais distante do abstrato.	Processo formativo
PF17-RE	Na maioria das vezes é a dificuldade em acessar o site durante a aula, e falta de computadores disponíveis para trabalhar em sala de aula.	[...] dificuldade em acessar o site durante a aula, e falta de computadores disponíveis.	Desafios da prática docente
PF18-RE	Nas aulas é apresentado o Phet Colorado, explorando as múltiplas possibilidades de articulação e uso no contexto escolar	[...] explorando as múltiplas possibilidades de articulação e uso no contexto escolar.	Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico
	Nas aulas teóricas de Química Analítica, utilizei o Simulador PhET para a construção do conceito	[...] construção do conceito de pH/escala de pH. Os estudantes ficaram bem interessados e foi perceptível a compreensão que passaram a ter sobre as	Tripleto Químico

PF23-RE	de pH/escala de pH. Os estudantes ficaram bem interessados e foi perceptível a compreensão que passaram a ter sobre as 3 dimensões do conhecimento químico: macroscópica, microscópica e simbólica. Somente com livros (2D) é mais difícil os estudantes terem essa percepção. Softwares como esse ajudam bastante o trabalho docente.	3 dimensões do conhecimento químico: macroscópica, microscópica e simbólica.	
		[...] <i>softwares</i> como esse ajudam bastante o trabalho docente.	Prática docente
Código	Resposta do Formador na íntegra	Unidades de contexto	Unidades de registro (continuação)
PF24-RE	Como sou formador de professores, em todos os eventos que participei promovendo a formação, ou coordenando, percebi que é preciso destinar um bom tempo para os participantes se libertarem da sua concepção de sabedores dos processos de ensino e assumirem o papel de aprendizes. Neste caso, sobretudo, notei a importância de possibilitar que os professores “brinquem” com esses recursos, até se sentirem à vontade. Claro que os professores, sobretudo das Ciências da Natureza, têm enfrentado um movimento de desestímulo, promovido pelas mantenedoras, para usos de recursos didáticos, isso se evidencia pela falta de formação continuada e pela redução significativa dos tempos de aula das disciplinas dessa área.	[...] é preciso destinar um bom tempo para os participantes se libertarem da sua concepção de sabedores dos processos de ensino e assumirem o papel de aprendizes.	Concepções didático pedagógicas
		[...] importância de possibilitar que os professores “brinquem” com esses recursos, até se sentirem à vontade. Claro que os professores [...] têm enfrentado um movimento de desestímulo, promovido pelas mantenedoras, para usos de recursos didáticos, isso se evidencia pela falta de formação continuada e pela redução significativa dos tempos de aula das disciplinas dessa área.	Formação complementar

Código	Resposta do Formador na íntegra	Unidades de contexto	Unidades de registro (continuação)
PF25-RE	Uso do PHET para simulação de experimento de espectrofotometria UV-vis	[...] simulação de experimento de espectrofotometria UV-vis.	Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico
PF26-RE	Como estudante de pós-graduação tive boas experiências com o <i>software</i> de modelagem molecular <i>Gaussian</i> . Ele me ajudou em minha pesquisa no entendimento da estrutura e previsão de propriedades espectroscópicas de alguns compostos. Quanto professor, ministro a disciplina de Química Geral Experimental e durante a pandemia da covid19 utilizei o laboratório virtual (PhET) nas aulas dessa disciplina. Ademais, utilizei um software de realidade aumentada nas aulas de ligação química.	[...] tive boas experiências com o <i>software</i> de modelagem molecular <i>Gaussian</i> . Ele me ajudou em minha pesquisa no entendimento da estrutura e previsão de propriedades espectroscópicas de alguns compostos.	Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico
		[...] ministro a disciplina de Química Geral Experimental e durante a pandemia da covid19 utilizei o laboratório virtual (PhET) nas aulas dessa disciplina.	Ensino remoto
		[...] realidade aumentada nas aulas de ligação química.	Apropriação da linguagem Química
PF27-RE	Recentemente, trabalhei com uma disciplina no PROFQUI (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) – Abordagens Tecnológicas para o Ensino de Química – e nas aulas trabalhei com laboratórios virtuais, jogos digitais, apps de realidade aumentada, realidade virtual. Cada aula tinha um texto base para leitura com algum recurso tecnológico usado no ensino da Química e eu levava para a aula o recurso para explorar com a turma as potencialidades educativas.	[...] Cada aula tinha um texto base para leitura com algum recurso tecnológico usado no ensino da Química e eu levava para a aula o recurso para explorar com a turma as potencialidades educativas.	Processo formativo
Código	Resposta do Formador	Unidades de contexto	Unidades de registro (continuação)

	na íntegra		
PF28-RE	É evidente que a utilização de simuladores e outras plataformas virtuais auxilia enormemente ao trabalhar os diversos conteúdos de química, que muitas vezes são abstratos. Os estudantes aprendem melhor e de forma mais significativa, além de que engajam muito mais nas aulas quando comparados aos métodos tradicionais de ensino (que não fazem uso destes recursos).	[...]a utilização de simuladores e outras plataformas virtuais auxilia enormemente ao trabalhar os diversos conteúdos de química, que muitas vezes são abstratos.	Apropriação da linguagem Química
		Os estudantes aprendem melhor e de forma mais significativa, além de que engajam muito mais nas aulas quando comparados aos métodos tradicionais de ensino.	Processo formativo
PF30-RE	Geralmente disponibilizo o link para eles acessarem com antecedência ou após a aula, e discuto na aula seguinte ou solicito que respondam um questionário rápido sobre. Usei com maior frequência durante a pandemia. Ultimamente não temos tido tempo disponível para planejar e estruturar melhor as aulas, devido à sobrecarga de cobranças de pesquisa ou administrativas.	[...] disponibilizo o link para eles acessarem com antecedência ou após a aula, e discuto na aula seguinte ou solicito que respondam um questionário rápido sobre.	Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico
		[...] não temos tido tempo disponível para planejar e estruturar melhor as aulas, devido à sobrecarga de cobranças de pesquisa ou administrativas.	Desafios da prática docente
PF32-RE	Prefiro simuladores que podem ser acessados pela internet. Em geral, uso apenas para complementação do conteúdo, ou seja, apenas para demonstrar algum fenômeno. Mas já cheguei a usar algum simulador para coleta e análise de dados.	[...] complementação do conteúdo, ou seja, apenas para demonstrar algum fenômeno. Mas já cheguei a usar algum simulador para coleta e análise de dados.	Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico
Código	Resposta do Formador na íntegra	Unidades de contexto	Unidades de registro (continuação)

PF34-RE	<p>Eu aprendi por conta própria explorar alguns softwares, simuladores e plataformas digitais em vista de minha pesquisa de mestrado, mas foi algo espontâneo e nunca tive ajuda de um professor. Assim a primeira necessidade foi enquanto aluna do mestrado, que buscava compreender de que modo o uso da tecnologia digital poderia contribuir com o ensino de química, contudo agora, enquanto docente formadora de novos professores percebo que é imprescindível que que tenha conhecimento ainda que mínimo de alguns softwares, simuladores e plataformas digitais para instrumentalizar meus alunos, para que eles tenham uma formação mais alinhada com o uso dessas novas tecnologias. Ainda, pretendo conhecer outros recursos tecnológicos que possam me auxiliar ainda mais nessa função docente de formadora de profissionais que saibam minimamente utilizar essas ferramentas para minimizar algumas das dificuldades impostas ao ensino de química.</p>	<p>[...] percebo que é imprescindível que que tenha conhecimento ainda que mínimo de alguns softwares, simuladores e plataformas digitais para instrumentalizar meus alunos, para que eles tenham uma formação mais alinhada com o uso dessas novas tecnologias.</p>	Processo formativo
		<p>[...] pretendo conhecer outros recursos tecnológicos que possam me auxiliar ainda mais nessa função docente de formadora de profissionais que saibam minimamente utilizar essas ferramentas para minimizar algumas das dificuldades impostas ao ensino de química.</p>	Formação complementar
PF38-RE	<p>Numa aula que ministrei sobre representação de estruturas químicas, os alunos tentavam representar as estruturas no software, mas o programa era fechado mais de uma vez automaticamente, sem razão aparente.</p>	<p>[...] Numa aula que ministrei sobre representação de estruturas químicas, os alunos tentavam representar as estruturas no <i>software</i>.</p>	Apropriação da linguagem Química
		<p>[...] o programa era fechado mais de uma vez automaticamente, sem razão aparente. Isso é frustrante e</p>	Desafios da prática docente

	Isso é frustrante e compromete o andamento da aula.	compromete o andamento da aula.	
Código	Resposta do Formador na íntegra	Unidades de contexto	Unidades de registro (continuação)
PF39-RE	Chemical Structure – Montagem de fórmulas orgânicas em 3D que auxiliaram bastante no entendimento dos alunos quanto aos ângulos de ligação e possibilidade de rotação das ligações. Foi útil quando ministrei disciplinas de química orgânica. Deu ideia da flexibilidade de cadeias também.	Montagem de fórmulas orgânicas em 3D que auxiliaram bastante no entendimento dos alunos quanto aos ângulos de ligação e possibilidade de rotação das ligações [...]. Deu ideia da flexibilidade de cadeias também.	Apropriação da linguagem Química
PF41-RE	Durante a pandemia, nas aulas de física experimental, usamos o PHET como fonte de dados experimentais nas aulas online.	Durante a pandemia, nas aulas de física experimental, usamos o PHE.	Ensino remoto
PF42-RE	Costumo utilizar alguns <i>softwares</i> e/ou simuladores principalmente na disciplina que ministro na graduação, Experimentação para o Ensino de Química, a fim de discutir com os licenciandos as possibilidades do uso desses recursos no contexto da experimentação investigativa. Como atividade da disciplina, os alunos também devem elaborar um roteiro experimental que incorpore o uso de recursos tecnológicos no desenvolvimento das práticas. Por mais que os licenciandos, em sua maioria, tenham certa familiaridade com as tecnologias, quando pensamos no uso desses recursos em sala de aula, mesmo que em atividades de planejamento, há ainda certos obstáculos que	[...] discutir com os licenciandos as possibilidades do uso desses recursos no contexto da [...] experimentação investigativa. Como atividade da disciplina, os alunos também devem elaborar um roteiro experimental que incorpore o uso de recursos tecnológicos no desenvolvimento das práticas.	Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico
		Por mais que os licenciandos, em sua maioria, tenham certa familiaridade com as tecnologias, quando pensamos no uso desses recursos em sala de aula, mesmo que em atividades de planejamento, há ainda certos obstáculos que limitam as potencialidades de tais recursos/estratégias	Desafios da prática docente
		[...] pensar a tecnologia atrelada aos processos de ensino e de aprendizagem, seja na Educação Básica ou no Ensino Superior, parece ainda distante da realidade.	Concepções didático pedagógicas.

	limitam as potencialidades de tais recursos/estratégias, uma vez que pensar a tecnologia atrelada aos processos de ensino e de aprendizagem, seja na Educação Básica ou no Ensino Superior, parece ainda distante da realidade.		
Código	Resposta do Formador na íntegra	Unidades de contexto	Unidades de registro (continuação)
PF44-RE	<p>Como professora da área de ensino não utilizo os <i>softwares</i> voltados a química nas aulas, mas já mostrei para alunos em estágio o phET colorado.</p> <p>Nesse contexto, uma das estudantes utilizou o simulador para preparar sua aula de estágio. Fora do contexto de ensino superior, quando estava atuando na educação básica utiliza bastante o phet.</p> <p>Durante meu curso de graduação, conheci por meio do PIBID o software chemdraw que usávamos para desenhar as moléculas ou reações químicas, mas ele era pago e depois de formada não tive mais acesso.</p>	<p>Fora do contexto de ensino superior, quando estava atuando na educação básica utiliza bastante o phET.</p> <p>Durante meu curso de graduação, conheci por meio do PIBID o <i>software chemdraw</i> que usávamos para desenhar as moléculas ou reações químicas.</p>	Apropriação da linguagem Química
PF47-RE	Também utilizei o <i>Protein Data Bank</i> para aprofundar o tópico de estrutura-função de proteínas e, sempre, foi extremamente pedagógico e esclarecedor.	Para aprofundar o tópico de estrutura-função de proteínas e, sempre, foi extremamente pedagógico e esclarecedor.	
PF48-RE	Utilizei software de ensino para orbitais moleculares para análise da reatividade química e propriedades de posições de grupos funcionais. As experiências em sílico foram obtidas por meio de artigos científicos e	Utilizei software de ensino para orbitais moleculares para análise da reatividade química e propriedades de posições de grupos funcionais.	Apropriação da linguagem Química
		[...]alunos foram treinados e incentivados a realizar simulações para verificar os temas em discussão.	Processo formativo

	de divulgação. Em laboratório próprio com computadores disponíveis, os alunos foram treinados e incentivados a realizar simulações para verificar os temas em discussão. Os sistemas operacionais foram o Windows e Linux.		
Código	Resposta do Formador na íntegra	Unidades de contexto	Unidades de registro (continuação)
PF51-RE	Das poucas vezes que utilizei <i>softwares</i> em minhas aulas tive problemas de conexão/execução do <i>software</i> , ou até mesmo problemas de comunicação entre meu notebook e o projetor.	[...] minhas aulas tive problemas de conexão/execução do software, ou até mesmo problemas de comunicação entre meu notebook e o projetor.	Desafios da prática docente
PF52-RE	Até o semestre passado, fui professora de várias disciplinas de humanas no curso de licenciatura em química na UTFPR Medianeira, dentre elas história da educação, estudos culturais étnico raciais e políticas educacionais. Usei o <i>quizizz</i> , e percebi que os alunos gostaram, mas para mim, como professora, é apenas um jeito de fazer a mesma coisa que fazemos com um questionário, só que ali o aluno usou o celular. Confesso que não acho tão interessante como parece ser. Penso que na universidade que trabalho, nunca tem cursos relacionados a esses <i>softwares</i> , sobretudo voltado para humanidades. O <i>quizizz</i> , foi eu mesma	[...] percebi que os alunos gostaram, mas para mim, como professora, é apenas um jeito de fazer a mesma coisa que fazemos com um questionário, só que ali o aluno usou o celular. Confesso que não acho tão interessante como parece ser.	Concepções didático pedagógicas
		[...] na universidade que trabalho, nunca tem cursos relacionados a esses <i>softwares</i> , sobretudo voltado para humanidades. O <i>quizizz</i> , foi eu mesma que pesquisei e tentei usar na sala, pois uma amiga havia falado sobre e aí fui pesquisar.	Formação complementar
		Penso que esses <i>softwares</i> deveriam ter aplicação de cursos e com tempo para o professor testar no processo de formação. Uma tarde de um curso sobre um <i>software</i> é insuficiente.	Políticas institucionais

	<p>que pesquisei e tentei usar na sala, pois uma amiga havia falado sobre e aí fui pesquisar. Sobre a plataforma Notion, fiz um curso esse ano em um congresso de sociologia, também procurado por mim e foi feito a distância. Até montei um perfil, mas confesso que fiquei insegura de usar, porém como percebi, seria mais ou menos como o <i>classroom</i>, sem tantas diferenças.</p> <p>Penso que esses softwares deveriam ter aplicação de cursos e com tempo para o professor testar no processo de formação. Uma tarde de um curso sobre um <i>software</i> é insuficiente. Já fiz um curso de uma plataforma para edição de vídeo, esse sim oferecido pela universidade. O professor que aplicou não conseguia avançar, escolheu um programa pesado e para baixa-lo deveria ter um computador com recursos tecnológicos compatíveis, ou seja, com muita memória e capacidade. Quando procurei o curso, não queria algo sofisticado e tão complexo para editar vídeo, mas uma técnica simples para fazer vídeos curtos e rápidos, editar, pôr os recursos necessários no vídeo, cortar partes, introduzir imagens, enfim. Todos que fizeram o curso saíram sem aprender nada, pois nem o computador da universidade era suficiente para aquele programa. Acho que</p>	<p>[...] O professor que aplicou não conseguia avançar, escolheu um programa pesado e para baixa-lo deveria ter um computador com recursos tecnológicos compatíveis, ou seja, com muita memória e capacidade. [...]. Todos que fizeram o curso saíram sem aprender nada, pois nem o computador da universidade era suficiente para aquele programa.</p>	<p>Dificuldades para atualização profissional</p>
	<p>Acho que investir na formação de professores, considerando a área de formação de cada um é importante para oferecer cursos sobre <i>softwares</i>, eu mesma me interessaria em aprender, mas confesso que sozinha tenho dificuldades</p>		<p>Políticas institucionais</p>

	<p>investir na formação de professores, considerando a área de formação de cada um é importante para oferecer cursos sobre softwares, eu mesma me interessei em aprender, mas confesso que sozinha tenho dificuldades. Esse mês fiz um curso de como usar o chatgpt, e foi bem interessante, foi trabalhado quais são as possibilidades para o professor usar, como usar. Mas ainda não usei para preparar aulas, por isso nem citei na pesquisa, pois comecei a experimentar agora. E também, estou analisando os limites dessa inteligência artificial.</p>		
Código	Resposta do Formador na íntegra	Unidades de contexto	Unidades de registro (continuação)
PF55-RE	Uso do <i>ChemDraw</i> na disciplina de análise orgânica para o ensino de espectrometria de massa, uso do <i>Origin</i> para plotagem de dados e geração de gráficos.	[...] o ensino de espectrometria de massa [...] plotagem de dados e geração de gráficos.	Apropriação da linguagem Química.
PF56-RE	O uso desses recursos facilita a aprendizagem, pois permite demonstrar experimentos e outros fenômenos em locais em que não há laboratórios ou em que a estrutura desses é insuficiente. É diferente de mostrar um vídeo apenas, pois nos simuladores os alunos têm uma participação ativa, podendo controlar as condições do experimento. Tais ferramentas também são interessantes pra ilustrar conceitos muito abstratos como	[...] demonstrar experimentos e outros fenômenos em locais em que não há laboratórios ou em que a estrutura desses é insuficiente.	Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico
		[...] os alunos têm uma participação ativa, podendo controlar as condições do experimento.	Concepções didático pedagógicas.
		[...] tais ferramentas também são interessantes pra ilustrar conceitos muito abstratos como orbitais atômicos e moleculares, ligações químicas e geometria das moléculas.	Apropriação da linguagem Química.

	orbitais atômicos e moleculares, ligações químicas e geometria das moléculas.		
Código	Resposta do Formador na íntegra	Unidades de contexto	Unidades de registro (conclusão)
PF58-RE	<p>Penso que a experiência mais marcante foi o uso do programa chamado “carbopolis”. Tive contato com ele na graduação e penso que foi um dos primeiros <i>softwares</i> desenvolvidos para o ensino de química. Na aula fomos ao laboratório de informática da Universidade e a professora nos apresentou o <i>software</i>. Não me recordo da condução da aula, mas o programa era bem interativo, pensando no contexto da época, cerca de 20 anos atrás.</p>	<p>Penso que a experiência mais marcante foi o uso do programa chamado “carbopolis”. Tive contato com ele na graduação e penso que foi um dos primeiros <i>softwares</i> desenvolvidos para o ensino de química.</p>	Formação inicial
PF59-RE	<p>Os <i>softwares</i> que usei durante seja como estudante de Pós-Graduação e como docente foram extremamente uteis. O uso destes mecanismos facilita o trabalho e confere prática e experiência muito positiva. Além disso, enriquece qualquer tipo trabalho, relatório e outros meios de atividades relacionada a publicações e principalmente na pesquisa.</p>	[...] foram extremamente uteis. O uso destes mecanismos facilita o trabalho e confere prática e experiência muito positiva.	Formação inicial
		[...] enriquece qualquer tipo trabalho, relatório e outros meios de atividades relacionada a publicações e principalmente na pesquisa.	Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico

FONTE: O autor (2023).

A seguir, as unidades de registro encontram-se elencadas, com o registro frequencial de suas ocorrências, conforme apresento no Quadro 32.

Quadro 32 - Ocorrências das unidades de registro eixo prática docente

Unidade de registro	Repetição
Apropriação da linguagem Química	9
Concepções didático pedagógicas	5
Desafios da prática docente	6
Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico	15
Ensino remoto	2
Fluência digital	1
Formação inicial	2
Formação complementar	2
Políticas institucionais	2
Prática docente	1
Processo formativo	8
Tripleto Químico	4

FONTE: O autor (2023).

Destas unidades de registro emergiram temas, culminando em uma redução temática que definiu as categorias iniciais. Estes cinco temas, em novo movimento de síntese, resultaram em três categorias intermediárias (eixos temáticos da pesquisa). Para efeito de análise, por fim, constituí duas categorias. Este processo está sintetizado no quadro abaixo.

QUADRO 33 - PROCEDIMENTO DE CONSTITUIÇÃO DAS CATEGORIAS DE ANÁLISE.

Unidade de registro	Temas	Eixo temático da pesquisa	Categoria de análise
Apropriação da linguagem Química. Tripleto Químico. Concepções didático pedagógicas.	Teorias para aquisição do conhecimento químico.	Elaboração conceitual em Química.	TDICs e suas funções na aquisição do conhecimento Químico.
Ensino e aprendizagem em um contexto tecnológico. Ensino remoto. Fluência digital.	Trabalho docente na sociedade conectada.	Relação entre os <i>softwares</i> e simuladores educacionais e o ensino de Química.	Aprendizagem e (re) aprendizagem da docência: Um processo transformativo.
Formação inicial. Formação complementar.	Formação inicial e continuada.	Desafios da docência Universitária.	
Processo formativo.	Formação de professores de Química.		
Prática docente. Políticas institucionais.	Ações institucionais para a valorização do trabalho docente.		

FONTE: O autor (2023)

A partir deste movimento metodológico, segue a esta seção a análise interpretativa segmentada nas duas categorias de análise.

5.7.1 Interpretação da categoria: TDICs e suas funções na aquisição do conhecimento Químico

Apresento, a partir daqui, o que pretendi sintetizar e interpretar neste trabalho como sendo a forma de pensar e agir dos professores formadores sobre o ensino de Química. Suas concepções sobre a Pedagogia, sobre a Didática da Química, sobre a linguagem específica da área, e domínio do referencial clássico de Johnstone (1989) são repercutidas enquanto arcabouço do grupo.

Remorando, a aquisição do conhecimento Químico envolve a compreensão das transformações, a sua ocorrência e seus mecanismos, e fornece aos aprendizes da área o suporte necessário pra o entendimento de diversos processos que ocorrem em nosso dia a dia. Rosa e Schnetzler (1998) exemplificam a importância do conhecimento químico para a compreensão de fenômenos como o metabolismo, o cozimento dos alimentos, a ação de medicamentos etc. Para Leme (2007. p. 2) trata-se de um processo em “*continuum*, que se inicia com um conhecimento totalmente implícito, adquirido sem consciência nem deliberação, e culmina com um conhecimento explícito, adquirido consciente e deliberadamente”.

Nos dias atuais, a relação com o conhecimento químico (funcionamento do corpo ou o uso de medicações) se dá em contato com a internet e com as tecnologias digitais. O trabalho docente se dá sob influência deste novo paradigma social, denominado Sociedade da Informação e do Conhecimento. Os desafios impostos às escolas e à universidade por este novo modo de viver é imenso, colocando-se em xeque qual é papel desses espaços de educação formal. Uma das contribuições mais importantes deste espaço (no contexto desta pesquisa, considerando as universidades) é, justamente, preparar os licenciandos também para este desafio da profissão (Coutinho; Lisboa, 2011).

Por isso, o professor formador é um dos personagens cruciais na jornada formativa dos novos docentes em Química, e estudá-los se faz legítimo e relevante. Ao realizar sua prática de sala está contribuindo e influenciando na prática docente que será realizada futuramente por seus alunos.

No entanto, como já mencionei anteriormente, não é consenso entre os professores formadores o reconhecimento da importância e, sobretudo, o domínio para a exploração das TDICs como recurso. Formadores como PF10-RE, reconhecem que os *softwares* e simuladores são interessantes porque “[...] os alunos têm uma participação ativa, podendo controlar as condições do experimento”, mas, ao mesmo tempo, relata “[...] preferência pela forma de ensino tradicional” - o que representa a existência de uma concepção pedagógica considerada obsoleta pelos pesquisadores da área de ensino.

Entre seus colegas, há os que relatam que utilizar esses recursos tecnológicos é [...] um jeito de fazer a mesma coisa que fazemos com um questionário, só que ali o aluno usou o celular. Confesso que não acho tão interessante como parece ser” (PF52-RE); e que não é trivial “[...] destinar um bom tempo para os participantes se libertarem da sua concepção de sabedores dos processos de ensino e assumirem o papel de aprendizes” (PF24-RE).

Ao tratar de conteúdos específicos, há relatos que consideram o auxílio na apropriação do conhecimento Químico como uma das possíveis funções das TDICs para o ensino de Química. O professor formador PF56-RE, por exemplo, argumenta que “[...] tais ferramentas também são interessantes pra ilustrar conceitos muito abstratos como orbitais atômicos e moleculares, ligações químicas e geometria das moléculas”. Seus colegas utilizaram “software de ensino para orbitais moleculares para análise da reatividade química e propriedades de posições de grupos funcionais” (PF56-RE); e para “[...] o ensino de espectrometria de massa [...] plotagem de dados e geração de gráficos” (PF55-RE). Outros trouxeram experiência com a “[...] representação de estruturas químicas, os alunos tentavam representar as estruturas no software” (PF38-RE) para a “montagem de fórmulas orgânicas em 3D que auxiliaram bastante no entendimento dos alunos quanto aos ângulos de ligação e possibilidade de rotação das ligações” (PF39-RE).

Para esses professores, as TDICs, e nesse caso especificamente, os *softwares*, auxiliam o aprendizado de aspectos da Química considerados abstratos, os quais necessitam de maior dedicação dos estudantes para que se obtenha sucesso na aquisição do conhecimento.

Esses aspectos também foram relatados de modo mais evidente, detalhado, como argumento didático pelos formadores, considerando as experiências que tiveram com os simuladores educacionais. O formador PF26-RE diz ter utilizado simulações de “[...] realidade aumentada nas aulas de ligação química”. Ainda neste mesmo contexto, o professor PF28-RE compreende que “[...] a utilização de simuladores e outras plataformas virtuais auxilia enormemente ao trabalhar os diversos conteúdos de química, que muitas vezes são abstratos”.

Outro importante relato recebido dos professores formadores, foi sobre a experiência com simuladores educacionais na educação básica, o professor formador PF44-RE argumenta “fora do contexto de ensino superior, quando estava atuando na educação básica, percebi que ela utiliza bastante o simulador Phet. Durante meu curso de graduação, conheci por meio do PIBID o software chemdraw que usávamos para desenhar as moléculas ou reações químicas”.

O referencial do Triplete Químico proposto por Johnstone (1989) foi identificado como mais conhecido e repercutido pelos professores-formadores da área. Alguns, ao relatarem as suas experiências, argumentaram que uma das funções desses artefatos tecnológicos está

ligada aos pressupostos desta Teoria, como é o caso da resposta do professor formador PF23-RE que diz ter utilizado *softwares* para “[...] construção do conceito de pH/escala de pH. Os estudantes ficaram bem interessados e foi perceptível a compreensão que passaram a ter sobre as 3 dimensões do conhecimento químico: macroscópica, microscópica e simbólica”. Também o professor PF4-RE narrou que utilizou esses recursos tecnológicos para transitar:

[...] entre os três níveis do conhecimento químico e, em muitos casos, a simular experimentos. Recordo, por exemplo, do uso de uma simulação do PHET sobre soluções de água e açúcar. Ao discutir as interações entre diferentes materiais e a água, a simulação permite discutir, no nível macro e micro, a forma como se dá o processo de dissolução de sais em água.

Nesse sentido, pude perceber uma congruência no referencial teórico proposto por Johnstone (1989), uma vez que este se apresentou conhecido pelos Professores formadores, que associaram os seus principais aspectos (os três níveis do conhecimento Químico) com as experiências que tiveram com *softwares* e simuladores. Aspectos desta teoria estão relacionados com as discussões realizadas por Machado e Moura (1995), para quem a aquisição do conhecimento Químico está relacionada com os aspectos da uma linguagem Química, que considera contemplar os três níveis de representação do conhecimento (descritivo funcional; atômico e molecular, e, representacional).

A partir destes relatos, é possível compreender que, neste caso, alguns formadores não reconhecem que utilizar esses recursos tecnológicos representa uma mudança ou um avanço, se comparado a uma prática docente baseada em um ensino tradicional. A esse respeito, Lobo e Maia (2015) compreendem que recursos como *softwares* e simuladores exigem planejamento e objetivo pré-definidos por parte dos professores, caso o contrário, será apenas uma maneira diferente de realizar uma prática docente baseada em uma concepção didático pedagógica tradicional (conforme argumentou o formador PF52-RE, inclusive). Novamente, percebe-se a relevância dos processos formativos que consideram a partilha de boas práticas e, além da instrumentalização, estimulam a reflexão contextualizada, situada, sobre o ensino com as TDICs.

Qual é o perfil profissional de professores de Química que queremos formar? Está é uma questão nevrálgica, seja na academia brasileira, nas regulamentações do Ministério da Educação para o curso de Química, ou na concepção dos projetos políticos pedagógicos dos mesmos. Discute-se muito sobre habilidades e competências que os estudantes que decidem cursar uma graduação em Química na modalidade licenciatura precisam adquirir no decorrer do curso. Todo esse processo, obviamente, não é ingênuo, pois o currículo não é ingênuo – ele

sempre é carregado de alguma ideologia ou concepção previamente carregada de valores sociais, o perfil profissional que se deseja do egresso também não o é.

A inserção de aspectos relacionados ao uso das TDICs, enquanto reflexões, conhecimentos e habilidades a serem adquiridas pelos futuros professores de Química, seja na regulamentação dos cursos, nos projetos políticos pedagógicos, também não pode ser ingênua. As TDICs, e no escopo desta pesquisa, os *softwares* e simuladores educacionais, não podem ser encaradas como uma solução para os problemas inerentes ao ensino de Química. Esses artefatos tecnológicos são possibilidades que devem ser consideradas, e como qualquer outra tecnologia, não deve ser utilizada para retirar a autonomia docente.

Vale ressaltar que a utilização ou não de *softwares* e simuladores educacionais em sala de aula pelos professores formadores não é um parâmetro para definir se a formação oferecida por determinada Instituição de Ensino Superior é adequada, ou se os professores estão exercendo o seu trabalho corretamente. Expressar tal juízo de valor solaparia os preceitos de uma digna formação docente, e relevaria ao uso de *softwares* e simuladores um *status* que não tem espaço, se considerarmos as diferentes abordagens de ensino e as variadas ferramentas existentes que nos auxiliam no processo de ensino e aprendizagem.

5.7.2 Interpretação da categoria: Aprendizagem e (re)aprendizagem da docência: Um processo transformativo

A aprendizagem e (re)aprendizagem da docência é um processo contínuo, que ocorre ao longo da vida. Não é uma tarefa simples, pois a organização da sociedade do conhecimento não é simples, e essa complexidade, faz com que as premissas da tarefa de ensinar estejam sempre em transformação. Por isso mesmo, os objetivos de um curso de graduação em Química na modalidade licenciatura não são estáticos: o perfil dos egressos de algumas décadas atrás não é suficiente para o profissional que irá atuar na sociedade atual (Tancredi, 2009).

Acrescenta-se, ainda, o fato registrado por Valério (2018), que ressalta que a expansão do ensino superior fez com as universidades – e conseqüentemente os professores formadores – venham recebendo uma grande e heterogênea população de estudantes, com experiências, repertórios culturais emocionais e cognitivos diversos (Valério, 2018). Toda essa diversidade está sobreposta com as mudanças que as tecnologias trouxeram para a organização da sociedade, modificando a maneira com que interagimos socialmente, compartilhamos ideias e aprendemos. Trata-se do que descrevem Cardoso e Reali (2016), para quem registram que a docência precisa “[...] aprender a concepção da prática docente como processo”, e que “outras

demandas se fazem presentes, como as capacidades de liderança e de inovação, e o domínio de tecnologias de informação e comunicação” (Cardoso; Reali, 2016, p. 221).

As mudanças que ocorreram nas duas últimas décadas, com a maior presença de computador e internet nas IES, bem como o desenvolvimento de *softwares* e simuladores e a mudança no perfil dos estudantes que ingressam na educação superior, que na maioria das vezes interagem com *smartphone*, *tablets*, computadores entre outros, de forma mais intensa do que se comparado a alguns anos atrás, de alguma forma exerce influência sobre a forma com que os formadores trabalham em de sala de aula.

Essa atualização do olhar para a docência, no sentido de uma (re)aprendizagem da profissão, apareceu entre os relatos dos professores-formadores que participaram da pesquisa. Mesmo que algumas manifestações se dirijam a outras atribuições da docência universitária, percebi como importante essa aproximação e amadurecimento da relação com as TDICs. Um exemplo que encontrei foi na fala de PF59-RE, que sugere que os *softwares* e simuladores educacionais “[...] *enriquecem qualquer tipo trabalho, relatório e outros meios de atividades relacionada a publicações e principalmente na pesquisa*”.

Alguns outros docentes associam os recursos àqueles estudados nas subáreas e, conseqüentemente, aos conteúdos nos quais transitam. Quando questionados sobre suas experiências com o uso de *softwares* e simuladores, o professor PF56-RE indica ser possível “[...] *demonstrar experimentos e outros fenômenos em locais em que não há laboratórios ou em que a estrutura desses é insuficiente*”. O que também foi relatado por PF25-RE, que utilizou esses recursos tecnológicos para realizar “[...] *simulação de experimento de espectrofotometria UV-vis*”. Ressalto aqui, ainda, a relação desses recursos com as limitações estruturais das instituições.

De modo mais claro, com referência ao ensino e a aprendizagem tecnológica, os professores PF3-RE, PF8-RE e PF9-RE relatam ter utilizado *softwares* e simuladores para “[...] *revisar conteúdos e até mesmo como ferramenta avaliativa*”, “[...] *acompanhamento do aprendizado dos estudantes*” e “[...] *em aulas do ensino médio e superior, para ilustração, fixação ou demonstração de conteúdo*”, respectivamente. Além disso, foram relatados também a possibilidade de utilização para avaliar e acompanhar o aprendizado, demonstração e ilustração de experimentos. O professor-formador PF42-RE relatou ter utilizado esses recursos para:

[...] discutir com os licenciandos as possibilidades do uso desses recursos no contexto da [...] experimentação investigativa. Como atividade da disciplina, os alunos

também devem elaborar um roteiro experimental que incorpore o uso de recursos tecnológicos no desenvolvimento das práticas.

Alguns de seus colegas, porém, rememoraram não experiências de ensino, mas de sua própria aprendizagem e estudo, sobretudo no cenário da formação em nível de pós-graduação. Houve tanto vivências positivas, como o professor formador PF26-RE, que relatou ter tido “[...] boas experiências com o software de modelagem molecular Gaussian. Ele me ajudou em minha pesquisa no entendimento da estrutura e previsão de propriedades espectroscópicas de alguns compostos”; como negativas: o formador PF10-RE narrou que utilizou “softwares durante a realização do mestrado e doutorado, os quais eram bem específicos, muito antigos e difíceis de usar. A experiência foi de ser algo muito trabalhoso, e entediante, contudo, creio que por serem programas muito antigos”.

As diversas experiências relatadas pelos professores formadores demonstram que as TDICs, e, no caso deste estudo, os *softwares* e simuladores educacionais, podem ser utilizados e inseridos em várias etapas do processo de ensino e do trabalho dos professores-formadores, como a avaliação e acompanhamento da aprendizagem dos estudantes, e realização de pesquisa acadêmica. Mas, também, que a vivência de boas experiências com esses recursos tende a ser um estopim para o interesse e a (re)aprendizagem, enquanto docentes.

Esses aspectos foram discutidos nos trabalhos de autores como Andres e Cybis (2000), Paula *et al.* (2014) e Santos e Pauletti (2022), que buscaram compreender e discutir quais são as contribuições dos *softwares* e simuladores para um ensino de Química em um contexto tecnológico. Variadas foram as possibilidades reconhecidas, porém, sempre envolvendo os desafios do planejamento e da criatividade autônomas por parte dos professores e estudantes envolvidos no processo.

Memórias sobre o ensino remoto emergencial, fenômeno provocado pela pandemia do novo coronavírus (durante 2021 e 2022), e os desafios da fluência digital também foram relatados pelos formadores. Neste contexto, o professor formador PF41-RE comentou que “durante a pandemia, nas aulas de física experimental, usamos o Phet Colorado”, recurso ao qual também recorreu PF26-RE: “[...] ministro a disciplina de Química Geral Experimental e durante a pandemia da covid19 utilizei o laboratório virtual (Phet) nas aulas dessa disciplina”.

Durante o período pandêmico toda a organização escolar universitária foi alterada: as aulas presenciais, os estágios e as outras atividades do curso foram interrompidas. As TDICs possibilitaram que algumas atividades fossem retomadas, com a oferta de disciplinas remotas, mas todo esse processo exigiu, obviamente, uma adaptação dos estudantes, professores, dos técnicos administrativos em educação. Se, por um lado, houve um profícuo processo de

repensar das instituições e as profissões, importa salientar que a docência, especificamente, fora sobrecarregada e mesmo questionada em sua identidade.

Havendo um enredo social de emergência e pressão pela retomada das atividades de ensino, a (re)aprendizagem da docência se exibiu de modo muito claro. Aprender a realizar as atividades, agora, de forma remota e com o suporte das tecnologias, deixou de ser privilégio dos docentes previamente dispostos ou preparados. Reforço, assim, as elaborações já trazidas à discussão nas citações de Tancredi (2009) e Cardoso e Reali (2016).

Os professores formadores também teceram considerações sobre a sua própria formação inicial e continuada, bem como a formação inicial dos próprios estudantes. Para o formador PF58-RE, sua experiência inicial com *softwares* e simuladores educacionais foi quando cursava graduação em Química utilizando um “[...] programa chamado “Carbópolis”. Tive contato com ele na graduação e penso que foi um dos primeiros softwares desenvolvidos para o ensino de química”. Já para PF24-RE, para que os formadores utilizem com mais frequência esses recursos seria necessário que ocorressem políticas de formação continuada. As atuais, segundo ele, não são suficientes:

[...] importância de possibilitar que os professores “brinquem” com esses recursos, até se sentirem à vontade. Claro que os professores [...] têm enfrentado um movimento de desestímulo, promovido pelas mantenedoras, para usos de recursos didáticos, isso se evidencia pela falta de formação continuada e pela redução significativa dos tempos de aula das disciplinas dessa área.

De modo mais enfático, o formador PF58-RE argumentou que na universidade em que ele atua:

[...] nunca tem cursos relacionados a esses softwares, sobretudo voltado para humanidades. O quiziz, foi eu mesma que pesquisei e tentei usar na sala, pois uma amiga havia falado sobre e aí fui pesquisar. Penso que esses softwares deveriam ter aplicação de cursos e com tempo para o professor testar no processo de formação. Uma tarde de um curso sobre um software é insuficiente.

A partir do que se vê enunciado e constatado, com os professores-formadores tendo poucas experiências pregressas com *softwares* e simuladores educacionais, maiores incentivos à formação continuada são imperativos.

Tal constatação vai ao encontro da reflexão que vários professores-formadores fazem sobre seus estudantes, como é o caso de PF34-RE, que diz perceber que:

[...] é imprescindível que se tenha conhecimento ainda que mínimo de alguns softwares, simuladores e plataformas digitais para instrumentalizar meus alunos,

para que eles tenham uma formação mais alinhada com o uso dessas novas tecnologias, [...] pretendo conhecer outros recursos tecnológicos que possam me auxiliar ainda mais nessa função docente de formadora de profissionais que saibam minimamente utilizar essas ferramentas para minimizar algumas das dificuldades impostas ao ensino de química.

Seu colega, PF28-RE reitera, ao sugerir que “os estudantes aprendem melhor de forma mais significativa, além de que engajam muito mais nas aulas quando comparados aos métodos tradicionais de ensino”.

Obviamente, os contextos de ensino não são homogêneos e há também constatações diferentes por parte de outros professores-formadores. O professor formador PF13-RE, por exemplo, preocupa-se com o fato de que “[...]os estudantes têm dificuldade em utilizar recursos (por si só), mas principalmente em organizá-los como recursos didáticos numa aula”.

De qualquer modo, trata-se de docentes que estão situando sua prática de ensino ao contexto, em um evidente processo de (re)aprendizagem de sua atividade. Esses professores formadores parecem compreender que os estudantes do curso de Química também aprendem a (re)aprender a prática docente, e tem como exemplo e inspiração o trabalho que é realizado por eles. Para os autores Hobold e Buendgens (2015), a figura do professor-formador pode influenciar a atividade profissional do professor que está em formação, de forma positiva e de também de forma negativa (quando consideramos os objetivos deste estudo). É importante que os licenciandos conheçam, discutam, e aprendam a planejar suas aulas e outras atividades inerentes à docência com a possibilidade de inserção de *softwares* e simuladores educacionais.

Finalmente, os professores-formadores dedicaram boa parte de suas falas a situar dificuldades de ordem institucional, vinculando a carência da formação continuada a alguns aspectos estruturais, também.

Para o formador PF52-RE “é necessário [...] investir na formação de professores, considerando a área de formação de cada um é importante para oferecer cursos sobre *softwares*, eu mesma me interesse em aprender, mas confesso que sozinha tenho dificuldades”. Mas, o mesmo docente registra que não basta apenas oferecer o curso, mas que eles sejam exequíveis e coerentes com o contexto de ensino em questão. Ele narra, inclusive, um curso de formação para aprender a utilizar *softwares* de edição de vídeos, que foi oferecido pela IES Federal, no qual ele fez parte do corpo docente:

[...] O professor que aplicou não conseguia avançar, escolheu um programa pesado e para baixá-lo deveria ter um computador com recursos tecnológicos compatíveis, ou seja, com muita memória e capacidade. [...]. Todos que fizeram o curso saíram sem aprender nada, pois nem o computador da universidade era suficiente para aquele programa[...]penso que esses softwares deveriam ter aplicação de cursos e

com tempo para o professor testar no processo de formação. Uma tarde de um curso sobre um software é insuficiente.

Colegas deste, como o formador PF3-RE, argumenta que sempre teve “[...] *boas experiências, porém algumas vezes dificuldades relacionadas à internet e conexão*”. E o professor PF51-RE assevera que vivenciou “[...] *problemas de conexão/execução do software, ou até mesmo problemas de comunicação entre meu notebook e o projetor*”.

Vários outros relatos queixosos foram registrados, como o de PF38-RE, que relatou que, ao ministrar uma aula utilizando um *software*, “[...] *o programa era fechado mais de uma vez automaticamente, sem razão aparente. Isso é frustrante.*”; e que ao utilizar um simulador em sala de aula teve “[...] *dificuldade em acessar o site durante a aula, e falta de computadores disponíveis*”.

Por tudo isso, importa dar voz à preocupação de PF30-RE, que apresenta a carga de trabalho e cobrança como desafios para utilizar esses recursos, já que “[...] *não temos tido tempo disponível para planejar e estruturar melhor as aulas, devido à sobrecarga de cobranças de pesquisa ou administrativas.*”

Tal manifestação dialoga com o que PF42-RE registra ao dizer que:

Por mais que os licenciandos, em sua maioria, tenham certa familiaridade com as tecnologias, quando pensamos no uso desses recursos em sala de aula, mesmo que em atividades de planejamento, há ainda certos obstáculos que limitam as potencialidades de tais recursos/estratégias.

As dificuldades aqui relatadas incluem aspectos relacionados à infraestrutura oferecida pelas IES (internet, computadores), à carga horária de trabalho (funções administrativas que os formadores realizam), e à falta de incentivo a formação continuada enquanto política pública institucional – e demonstram que o cenário ainda precisa de significativas melhorias. Flores (2010) e Conceição (2023), ao discutirem esses aspectos em suas pesquisas, compreendem que os desafios ficam mais difíceis de serem superados pelos professores quando não existe incentivo e apoio institucional para a formação continuada. Além disso, a reestruturação do espaço físico das instituições, por vezes se faz necessária, para que os professores formadores e os estudantes possam usufruir das tecnologias, enquanto aliadas do processo de ensino e aprendizagem, a partir de um processo contínuo e transformativo de aprendizagem e (re)aprendizagem docente.

Em um momento de desprestígio das Licenciaturas e das Ciências, com um apagão de professores da área de Química, torna-se ainda mais relevante a superação do anacronismo das

práticas de ensino tradicionais, urge que os cursos e seus professores considerem o potencial reconhecido das ferramentas e metodologias associadas às tecnologias (BRASIL, 2022; SEMESP, 2022).

No caso específico do ensino da Química, as TDICs apresentam-se como opções reconhecidamente interessantes para dar suporte ao ensino e aprendizagem na área. Ao mesmo tempo, percebe-se que esta é uma demanda que necessita de uma constante aprendizagem e (re)aprendizagem da docência, por parte dos professores formadores, em um processo que demanda tempo, reflexão sobre a própria prática e atualização por parte desses profissionais.

É certo que algum anacronismo é inevitável, afinal, enquanto este trabalho discute *softwares* e simuladores desenvolvidos nas últimas décadas, recursos relacionados às inteligências artificiais generativas já alcançaram as salas de aula. Mas a relação com as TDICs na educação possui essa inexorável dinâmica, sendo a educação formal um fenômeno humano, social, contingenciado e marcado historicamente e culturalmente. Por outro lado, é justamente esse caráter dinâmico da educação, das ciências e das tecnologias que torna a profissão docente especial, onde todo e cada professor, os já formados, os que formam e os que estão em formação inicial é um profissional de seu tempo e um intelectual de sua formação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo do objetivo de “enunciar as compreensões dos docentes formadores de professores sobre sua formação prévia e prática de ensino atual em relação aos *softwares* e simuladores educacionais aplicados ao ensino”, esta pesquisa “ofereceu vez e interpretou a voz” desses profissionais que preparam os docentes egressos dos cursos de Licenciatura em Química. Em síntese, restou uma relação entre a formação prévia e a exploração de *softwares* e/ou simuladores educacionais, ainda que não se possa estabelecer correlação direta ou causalidade. Nos termos da pesquisa qualitativa, interpretativa, pude apresentar ao campo de conhecimento a pertinência de uma formação crítica para as TDICs, que supere a perspectiva meramente instrumental, considerando que os professores formadores relatam interesse e disposição de superar os empecilhos reconhecidos no estudo da literatura.

A RBL, inclusive, foi o meu ponto de partida para responder à questão de pesquisa: “em que medida os cursos de Licenciatura em Química do estado do Paraná propiciam condições para que os licenciandos vivenciem experiências formativas com o uso de software e simuladores educacionais voltados a este ensino, sob a perspectiva dos formadores?”. Identifiquei neste primeiro movimento, que o tema é abordado mais como prática de ensino e como perspectiva metodológica, sendo sistematizado como relatos de experiências de sala de aula. Há, ainda, um número limitado de pesquisas empíricas e, sobretudo, que foquem a figura do professor. Além disso, ficou evidente a concentração de conhecimento e uso de alguns recursos, com destaque para o simulador Phet Colorado, carecendo a área de maior diversidade de recursos amplamente conhecidos e analisados. Ressalto aqui, a importância do incentivo ao desenvolvimento e uso de *softwares* e simuladores nacionais, de uso livre e código aberto – estimulando a cultura das TDICs como recursos menos concentrados e tutelados.

As instituições e a gestão pedagógica que estruturam o trabalho dos docentes formadores precisam estarem atentos aos aspectos até aqui situados, incentivando e orientando iniciativas de formação sobre *softwares* e simuladores que seja efetiva para ajudar os professores formadores a aprenderem a melhor utilizar e desenvolver uma relação mais autônoma com tais recursos. Afinal, dados os desafios da sociedade contemporânea, busca-se uma prática docente contextualizada e reflexiva, que atue na formação humana e social e não apenas nos aspectos teórico-técnicos.

É inequívoco haver potencial para tal transformação da docência: na pesquisa documental aqui desenvolvida, a partir da consulta dos currículos *Lattes* dos professores-formadores participantes, a maior parte dos docentes participantes possui a mais alta formação

em nível de pós-graduação. E, independentemente de sua idade ou subárea de atuação, são muitas as manifestações que asseveram desejo de (re)aprendizagem da docência.

Outro aspecto interessante derivado a pesquisa documental foi que 10 professores-formadores que passaram pela pós-graduação, atuam ou já atuaram em algum momento de sua carreira com atividades relacionadas ao Ensino de Química, em disciplinas de Estágio, Orientações de TCC e Coordenação de PIBID ou PRP. Se, por um lado, essa atuação demonstra que as atribuições dos profissionais da Licenciatura impõem tal relação com o ensino, esta constatação reforça a importância de a formação pedagógica ser fortalecida também nesse nível, que prepara os docentes do ensino superior. Aliás, o fenômeno inverso também foi identificado nos cursos de Licenciatura em Química do Paraná, com vários formadores originários de pós-graduações na área de Ensino de Ciências ministrando (ou já tendo ministrado) disciplinas dos núcleos básicos dos cursos, como Química geral e Introdução a Química.

Com o acréscimo dos dados que obtive via questionário, constatei que, sim, os *softwares* e simuladores estão presentes na prática docente dos formadores atualmente, ou já estiveram presentes em algum momento da trajetória acadêmica desses profissionais. Entretanto, esta presença foi pontual, dispersa e incipiente: os professores relataram enfrentar desafios ao utilizar, e/ou planejar a utilização dessas tecnologias, repercutindo os problemas já registrados na literatura: a falta de estrutura necessária no local (disponibilidade de internet e computador em boas condições de uso), a carga horária de atividades administrativas a ser realizada, e até mesmo dificuldades apresentadas pelos próprios estudantes.

Os achados desta pesquisa me permitiram inferir que são poucos os professores-formadores que atuam no contexto das Licenciaturas em Química do Paraná e que, tendo experiências pregressas positivas com *softwares* e simuladores enquanto estudantes, as repercutem em sua prática docente de modo frequente. Tal constatação, portanto, induz a concluir que o perfil atual dos egressos desses cursos careça de tal experiência - pelo menos, no sentido de uma prática costumeira, contínua, contextualizada.

Não sem razão, esta pesquisa registrou que somente 17 dos professores formadores realizaram algum tipo de formação complementar sobre *softwares* e simuladores educacionais, mesmo após um cenário de provocação desse fenômeno pela pandemia. E, de modo lamentável, também o fato de que tais iniciativas se deram por motivações próprias dos professores, sem incentivo ou respaldo institucional.

Finalmente, reforço a conclusão de que os professores-formadores reconhecem a importância e o potencial dos *softwares* e simuladores e, mais que isso, aprofundam sua relação com a aprendizagem do conhecimento químico. Este fato indica que processos de formação

coletivos, que ocorram dentro dos próprios cursos, pautados pela troca de boas experiências, possam ser interessantes caminhos para mudar a realidade.

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, M. I. Táticas de cognição: a simulação e o efeito de real. **Ciências e Cognição**, UFRJ, v. 9, p. 59-66, 2006.

ADRIÃO, T. Dimensões e formas da privatização da educação no Brasil: caracterização a partir de mapeamento de produções nacionais e internacionais. **Currículo sem Fronteiras**, v. 18, n. 1, p. 8-28, jan./abr. 2018.

ANDRES, D. P.; CYBIS, W. de A. Um estudo teórico sobre as técnicas de avaliação de Software Educacional. **Anais... VI Congresso Argentino de Ciências de la Computacion**. Universidad Nacional de La Plata. La Plata - Argentina, out. 2000.

AUGUSTO, A. **Simuladores como elementos tecnológicos no ensino de Química**. 119f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, 2019.

ALVES, N. B.; SANGIORGO, F. A. PASTORIZA, B. dos S. Dificuldades no ensino e na aprendizagem de química orgânica do ensino superior - estudo de caso em duas Universidades Federais. **Química Nova**, v. 44, n. 6, p. 773-782, 2021.

AMBROSETTI, N. B.; LIMA, F. de P. M.; SIGNORELLI, G.; CALIL, A. M. G. C. Formadores de professores: conceito, contextos e perspectivas de atuação em processos de indução à docência. **Revista Eletrônica de Educação**, [S. l.], v. 14, p. e4263118, 2020.

AMBROSETTI, N.; ALMEIDA, P. Profissionalidade docente: uma análise a partir das relações constituintes entre os professores e a escola. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 90, n. 226, 11 dez. 2009.

ASSOCIAÇÃO DOS PROFESSORES DO PARANÁ – APP SINDICATO. **Percepção dos professores sobre a plataformização da educação no Estado do Paraná – Parte III**, julho 2023. Relatório de pesquisa. Disponível em: <https://appsindicato.org.br/wp-content/uploads/2023/08/PesquisaPlataformasParteIII.pdf>. Acesso em 22 nov. 2023.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BATISTA, G. da C. *et al.* Softwares para o ensino de Química: chemsketch um poderoso recurso didático. **Revista Educacional Interdisciplinar** [s. l.], v. 5, n. 1, 2016.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. 1ª ed. Lisboa: edições 70, 2015.

BARANAUSKAS, M. C. C.; VALENTE, J. A. NIED 30 anos. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, Campinas, SP, v. 1, n. 1, p. 1–5, 2013.

BERGER, T. C. M.; PEREIRA, A. L.; COSTA, C. Desafios da docência universitária: um olhar de professores formadores. **Educação**, [S. l.], v. 43, n. 1, p. e30401, 2020.

BERTOLD, S. **Avaliação de Software Educacional**: impressões e reflexões. 31f. Dissertação (Mestrado em Ciências da computação) - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 1999.

BIANCH, B. F. M; FERENC, A. V. F; FERREIRA, K. L. M. Saberes necessários à docência: narrativas de professoras alfabetizadoras com experiência reconhecida. **Devir Educação**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. e-556, 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** - Tecnologias Digitais da informação e Comunicação no contexto escolar: possibilidades. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/implementacao/praticas/caderno-de-praticas/aprofundamentos/193-tecnologias-digitais-da-informacao-e-comunicacao-no-contexto-escolar-possibilidades>. Acesso em: 2 set. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CP Nº: 5/2020**, dispõe sobre a reorganização do calendário escolar e da possibilidade de cômputo de atividades não presenciais em razão da pandemia de covid-19. Brasília: Conselho Nacional de Educação. 28 abr. 2020a. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=145011-ppc005-20&category_slug=marco-2020-pdf&Itemid=30192.PDF. Acesso em: 13 fev. 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo Escolar da Educação Básica 2022**: Resumo Técnico. Brasília, 2023. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2022.pdf. Acesso em: jun. 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Superior 2022**: Resumo Técnico. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-da-educacao-superior>. Acesso em jun 2023.

BRASIL. **LEI Nº 13.415, DE 16 DE FEVEREIRO DE 2017**. Secretaria geral - subchefia para Assuntos Jurídicos. Portal da legislação, Brasília, 16 de fevereiro de 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113415.htm. Acesso em jun 2023.

BRITO, G. S.; PURIFICAÇÃO, I. **Educação e novas tecnologias**: um re-pensar. Curitiba: Ibpex, 2006.

BRITO, G. de A.; SILVA, M. das G. de O. e. Information and Communication Technologies in Chemistry teaching: an analysis. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 12, p. e488111234690, 2022.

BUNGE, M. **Seudociencia e ideologia**. Madrir: Alianza, 1985.

BUENDGENS, J. F.; HOBOLD, M. DE S. Trabalho do professor formador: A influência da dimensão relacional na constituição da profissionalidade docente. **Reflexão e Ação**, v. 23, n. 2, p. 198-219, out. 2015.

CAMPOS, G.; ROCHA, A. Avaliação da qualidade de software educacional. **Revista Em aberto**, Brasília, v. 12, n. 57 p. 32-44, 1993.

CAMPOS, C. J. G. MÉTODO DE ANÁLISE DE CONTEÚDO: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. **Revista Brasileira de Enfermagem**, p. 611-614, 2004.

CARDOSO, R. N. **Predição, estimativa e medição da confiabilidade durante o ciclo de vida do software**.283f, Dissertação (Mestrado em ciências em engenharia e sistemas de computação). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.

CARDOSO, M. R. G.; OLIVEIRA, G. S.; GHELLI, K. G. M. Análise de conteúdo: Uma metodologia de pesquisa qualitativa. **Cadernos da Fucamp**, v.20, n.43, p.98-111, 2021

CARDOSO, L. C.; REALI, A. M. DE M. R. Aprendizagem da docência e desenvolvimento profissional na Educação Infantil – aproximações no contexto escolar. **Educação**, v. 39, n. 2, p. 220–230, set. 2016.

CARVALHO, A. A. A. **Como olhar criticamente o software educativo multimídia**.2005.

CARVALHO, E. G. *et al.* Aplicabilidade de Softwares Educacionais no Ensino e Aprendizagem. **Rev. FSA**, Teresina, v. 19, n. 2, p. 116-129, 2022.

CERRI, L. F. A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE HISTÓRIA NO BRASIL: Antecedentes e panorama atual. **História, histórias**, v. 1, n. 2, p. 167–186, 6 mar. 2014

CERVERA, M. G.; MARTÍNEZ, J. G.; MON, F. M. E. Competencia digital y competencia digital docente: una panorámica sobre el estado de la cuestión. RIITE: **Revista Interuniversitaria de Investigación Tecnología Educativa**, n.0, p. 74- 83, 2016.

CHASSOT, A. Ensino de ciências no começo da segunda metade do século da tecnologia. In: LOPES, A. C. e MACEDO, E. (orgs.). **Currículo de ciências em debate**. Campinas: Papirus, 2004, p. 13-44.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research methods in education**. 8th ed. New York: Routledge, 2018.

COSTA, K. M. G.; KALHIL, J. D. B.; TEIXEIRA, A. F., Perspectiva histórica da formação de professores de Química no Brasil. **Latin American Journal of Science Education**, 1, 12061, p. 1-15, 2015.

COUTINHO, C. P. **Metodologia da Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo, Almedina, 2015.

COUTINHO, C.; LISBOA, e. Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para educação no século xxi. **Revista de Educação**, Vol. XVIII, nº 1, 2011.

CONTRERAS, José. **A autonomia de professores** Trad. Sandra Trabucco Venezuela. 2ª Ed. São Paulo: Cortez, 2012.

COELHO, R. O. **O uso da informática no ensino de física de nível médio**. 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

CONCEIÇÃO, S.J. **Formação continuada de professores do ensino superior e o papel do Sala Aberta**. Text. Disponível em: <https://ufop.br/noticias/em-discussao/formacao-continuada-de-professores-do-ensino-superior-e-o-papel-do-sala-aberta>. Acesso em: 13 fev. 2024.

CUPANI, A. **Filosofia da tecnologia: um convite**. Florianópolis – Ed. UFSC, 2011. 233p.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Cortez editora, 2007. 507p.

DIAS, J. F.; BRANCO, J. C. S. Formação pedagógica de professores universitários: contribuições e lacunas identificadas no processo de revisão da produção intelectual. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 9, p. e023001, 3 abr. 2022.

FERNANDES, N. R.; ANDRADE, P. C. R. Desafios e potencialidades dos softwares educacionais no ensino e aprendizado de matemática: Um estudo de caso dos professores de matemática egressos do IFMG? Campus São João Evangelista. **Vozes dos Vales**, n. 17, p. 1-27, 2020.

FEENBERG, A. **O que é filosofia da tecnologia?** Conferência realizada para os estudantes universitários de Komaba em junho de 2003. Trad. Augustin Apaza. Rev. Franco Nero Antunes Soares, 2015. Disponível em: https://www.sfu.ca/~andrewf/Feenberg_OQueEFilosofiaDaTecnologia.pdf. Acesso: em 20. dez. 2023.

FIALHO, N. N.; MATOS, E. L. M. A arte de envolver o aluno na aprendizagem de ciências utilizando softwares educacionais. **Educar em Revista**, Curitiba: Editora UFPR, n. 2, p. 121-136, 2010.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). **Ferramentas e estratégias para pesquisa bibliográfica**. Guia prático. [s.l.] ago. 2019. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/36370/Ferramentas%20e%20estrat%C3%A9gias%20para%20pesquisa%20bibliogr%C3%A1fica_Adriano.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Acesso em: nov. 2023.

FLORES, A.M. Algumas reflexões em torno da formação inicial de professores. **Educação**, Porto Alegre, v. 33, n. 3, p. 182-188, set./dez. 2010.

GEPINTEDUC. **O QUE É SOFTWARE EDUCACIONAL**. Homepage. Disponível em: <https://gpinteduc.wixsite.com/utfpr/definicoes-do-grupo>. Acesso em: 15. fev. 2022.

GEM REPORT UNESCO. **Relatório de monitoramento global da educação**, resumo, 2023: A tecnologia na educação: Uma ferramenta a serviço de quem? [s.l.] GEM Report UNESCO, 2023.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências** Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.

GORZONI, S. D. P.; DAVIS, C. O conceito de profissionalidade docente nos estudos mais recentes. **Cadernos de Pesquisa**, v. 47, n. 166, p. 1396–1413, dez. 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIRAFFA, L. M. M. **Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais**. 177f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

GIRAFFA, L. M. M. Uma odisséia no ciberespaço: o software educacional dos tutoriais aos mundos virtuais. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 17, n.1. p. 20-30, 2009.

GORDILLO, M. M; GALBARTE, J. C. G. Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 28, p. 17-59, 2002.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**.3. ed. Porto Alegre: Penso, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: < <https://censo2022.ibge.gov.br/> >. Acesso em: 18. mar. 2024.

LADEIRA, F. F. As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no ensino de Geografia: para além de visões instrumentais. **Ensino em Re-Vista**, v. 29, p. e029, 29 jun. 2022

LOBO, A. S. M.; MAIA, L. C. G. O uso das TICs como ferramenta de ensino-aprendizagem no Ensino Superior. **Caderno de geográfico**, Belo Horizonte: PUC-MG, vol. 25, n. 44, pp. 16-25. jul-dez, 2015.

JOHNSTONE, A. H. Macro and Microchemistry. **The School Science Review**, v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

LOPES, S. *et al.* Bibliometria e a Avaliação da Produção Científica: indicadores e ferramentas. **Actas do Congresso Nacional de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas**. v. 12, 2015.

LLANO, J. G.; ADRIÁN, M. **A informática educativa na escola**. São Paulo: Loyola, 2006.

LEME, S.I.M. Aquisição e explicitação do conhecimento no ensino superior. **Temas em Psicologia** [s.l.] vol. 15, n. 1, p. 105-113. 2007.

MACHADO, A. H.; MOURA, A. L. A. Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em química. **Química nova na escola**, Linguagem em Química. n. 2, nov. 1995.

MATTAR, J.; RAMOS, D. K. **Metodologia da Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas, Quantitativas e Mistas**. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2021.

MARTINS, R. da S. *et al.* Softwares educativos no ensino de Química. **Anais...** 58º Congresso Brasileiro de Química. São Luiz, 2018.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores**. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2013.

MARX, K. **A ideologia alemã**. 9. ed. São Paulo: Hucitec, 1993.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. e-MEC - Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior. **Sistema de Regulação do Ensino Superior**. Disponível em: <https://emec.mec.gov.br/emec/nova> . Acesso em: 13 fev. 2024.

MOTA, F. DA C. Q.; SANTOS, C. Q.; FONSECA, A. R. O uso das TIC no ensino remoto: entre possibilidades e desafios, o que dizem os docentes? **Revista do centro da educação**, p. e72/1-34, 4 jul. 2023.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 2011.

MESQUITA, J. M.; MESQUITA, L. S. F.; BARROSO, M. C. da S. Educational software applied in Chemistry Teaching: Teaching resources that enhance the learning process. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 11, p. e458101115278, 2021.

MESQUITA, N. A. D. S.; SOARES, M. H. F. B. Aspectos históricos dos cursos de licenciatura em química no Brasil nas décadas de 1930 a 1980. **Química Nova**, v. 34, n. 1, p. 165–174, 2011.

MENDELSON. P. **Les environnements intelligents**. TCFA document, 9-17. Génève. 1990.

MIZUKAMI, M. da G. N. Aprendizagem da docência: Professores formadores. **Revista E- Curriculum**, São Paulo, v.1, n.1, dez.-jul.2005-2006.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, RS, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORGADO, J. C. Identidade e profissionalidade docente: sentidos e (im)possibilidades. **Ensaio: Avaliação de Políticas Públicas Educacionais**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 73, p. 793-812, out./dez. 2011.

MUTTI, R.; CAREGNATO, R. C. A. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. **Texto & Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 15, n. 4, p.679-684, out./dez. 2006.

NOVAES, H. T.; DAGNINO, R. O FETICHE DA TECNOLOGIA. **Revista ORG & DEMO**, v. 5, n. 2, p. 189–210, 2004.

OSORIO, R. G. Classe, raça e acesso ao ensino superior no Brasil. **Cadernos de Pesquisa**, v. 39, n. 138, p. 867–880, 31 dez. 2009.

PÁDUA, Elisabete Matallo Marchesini de. Análise de conteúdo, análise de discurso: questões teórico-metodológicas. **Revista de Educação PUC-Campinas**, [S. l.], n. 13, 2012.

PALHARES, I. Governo tarcisio contratou plataforma de videoaulas por R\$ 30 milhões sem licitação. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 13 set 2023. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/educacao/2023/09/governo-tarcisio-contratou-plataforma-de-videoaulas-por-r-30-milhoes-sem-licitacao.shtml> Acesso em dez. 2023.

PAPERT, S. **LOGO: Computadores e Educação**. Trad. José A. Valente. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

PAULA, A.C. de. *et al.* Softwares educacionais para o ensino de física, química e biologia. **Rev. Ciências e Ideias**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, jan-abr. 2014.

PAULETTI, F.; MORAIS, C. Inquiry-based science education: revisão de uma década de produções científicas. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 5, n. 1, 2021.

PAULETTI, F.; ROSA, M. P. A; CATELLI, F. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. **Rev. Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 7, n. 3, p. 121-134, 2014.

Paraná. Secretaria Estadual de Educação. **Games, aulas de inglês e robótica: Estado investe cada vez mais em tecnologia para os estudantes**. Curitiba, 27 de dezembro, 2022a. Disponível em: <https://www.educacao.pr.gov.br/Noticia/Games-aulas-de-ingles-e-robotica-Estado-investe-cada-vez-mais-em-tecnologia-para-os> acesso 21 Abr.2024.

Paraná. Secretaria Estadual de Educação. **Na educação, Paraná consolidou uso de tecnologia para a aprendizagem nas salas de aula**. Curitiba, 03 de janeiro, 2022b. Disponível em: <https://www.educacao.pr.gov.br/Noticia/Na-educacao-Parana-consolidou-uso-de-tecnologia-para-aprendizagem-nas-salas-de-aula> acesso 21 Abr.2024.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. das G. C. **Docência no ensino Superior**. 5a Ed. São Paulo: Cortez, 2014.

PINTO, A. V. **O conceito de Tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

PIRES, D. de O. As plataformas digitais e a privatização da educação pública no Paraná. **Jornal Plural**. 26 de out 2023. Disponível em: <https://www.plural.jor.br/artigos/as-plataformas-digitais-e-a-privatizacao-da-educacao-publica-no-parana/>. Acesso em dez 2023.

PORTO, E. A. B.; KRUGER, V. BREVE HISTÓRICO DO ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL. **Anais...** 33º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, Ijuí, out. 2013.

ROSA, R. Trabalho docente: dificuldades apontadas pelos professores no uso das tecnologias. **Anais...** VII Encontro de Pesquisa em Educação - Universidade de Uberaba, v. 1, n. 1, p. 214-227. Uberaba, 2013.

JESUS, C. F. A. DE; RAMOS, L. P. DOS S. O uso de laboratório virtual (phet) como estratégia no ensino dos estados físicos da matéria. **Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa Extensão**, v. 1, n. 1, 19 jun. 2023.

Risco de apagão de professores no Brasil – **Instituto Semesp**. Disponível em: <<https://www.semesp.org.br/pesquisas/risco-de-apagao-de-professores-no-brasil/>>. Acesso em: 13 fev. 2024.

ROCHA, F. B. N. da, *et al.* Potentialities and difficulties of the use of digital technologies in teaching practice by mathematics teachers. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 11, 2022.

ROCHA, A.R.C.; CAMPOS, G.H.B. Avaliação da qualidade de software educacional. **Em aberto**. Brasília, ano 12, n. 57, jan/mar 1993. p. 32-42.

ROCHA, D. O. S.; DEUSDARÁ, Bruno. Análise de conteúdo e Análise do discurso: o lingüístico e seu entorno. **DELTA. Documentação de Estudos em Linguística Teórica e Aplicada**, São Paulo, v. 22, n.1, p. 29-52, 2006.

RODRIGUES, M. U. (Org.). **Análise de Conteúdo em pesquisas qualitativas na área da Educação Matemática**. Curitiba, PR: Editora CRV, 2019.

ROSA, M.I. e SCHNETZLER, R.P. O conceito de transformação química. **Química Nova na Escola**, n. 8, p. 31-35, 1998.

SCHUARTZ, A. S.; SARMENTO, H. B. D. M. Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino. **Revista Katálysis**, v. 23, n. 3, p. 429–438, dez. 2020

SANCHO, J. M. (org.). **Para uma tecnologia educacional**. Trad. Beatriz A. Neves. Porto Alegre, Artmed, 1998. p. 28-40.

SANTOS, D. O.; WARTHA, E. J.; FILHO, J. C. da S. Softwares educativos livres para o ensino de química: Análise e categorização. **Anais... XV Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEC) – Brasília**, julho 2010.

SANTOS, G.D.; PAULETTI, F. Possibilidades de uso do Software Cmap tools: construção de mapas conceituais para uma aprendizagem de funções inorgânicas. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 12, n. 2, p. 51-70, 2022.

SANTOS, W.; SCHNETZLER, R.P. O que significa ensino de Química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28-34, 1996.

SILVA, V. D. A.; SOARES, M. H. F. B. O uso das tecnologias de informação e comunicação no ensino de Química e os aspectos semióticos envolvidos na interpretação de informações acessadas via web. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 3, p. 639–657, set. 2018.

SILVA, N.A. Parecer de qualificação de mestrado. Universidade Federal do Paraná - UFPR. 2023.

- SILVA, P. A. P. **Edtech e a plataformização da educação**. 2022.114 f. tese (doutorado em educação) – faculdade de educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, rio de janeiro, 2022.
- SIQUEIRA, C. F. R. de; MOLON, J.; FRANCO, S. R. K. Professores de TDIC nos cursos de formação docente: desafios dos profissionais frente às tecnologias educacionais. **Ensino da Matemática em Debate**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 42–60, 2021
- SIQUEIRA, M. D. **Universidade Federal do Paraná: 100 anos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2012.
- SOUSA, J. R. de; SANTOS, S. C. M. dos. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. **Pesquisa e Debate em Educação**, [S. l.], v. 10, n. 2, pp. 1396–1416, 2020.
- SOUZA, J. G. Evolução histórica da universidade brasileira: abordagens preliminares. **Revista de Educação**, Campinas, nº 1, p. 42-58, 2012.
- SPINELLI, W. **Os objetos virtuais de aprendizagem: ação, criação e conhecimento**.2007.
- SYNODINOS, N. E. The “art” of questionnaire construction: some important considerations for manufacturing studies. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 14, n. 3, p. 221-237, 2003.
- TANCREDI, R. M. S. P. **Aprendizagem da docência e profissionalização: elementos de uma reflexão**. São Carlos: Ed. Ufscar, 2009.
- TIC EDUCAÇÃO 2019. **Coletiva e imprensa**. Apresentação de slides. São Paulo: jun 2020. Disponível em: https://cetic.br/media/analises/tic_educacao_2019_coletiva_imprensa.pdf. Acesso em dez 2023.
- UNDERWOOD, G.; UNDERWOOD, J. O. K. **Computers and Learning: Helping Children Acquire Thinking Skills**. Basil Backwell, Cambridge, 1990.
- VAILLANT, D. **Formação de Formadores: estado da prática**. Rio de Janeiro: PREAL, 2003.
- VALÉRIO, M.; BELETI Junior, C. R. Caracterização da produção acadêmica brasileira sobre a sala de aula invertida. **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 17-34, 2019.
- VALERIO, M.; SILVA, A.N. Semear a práxis e regar o desenvolvimento profissional: colhendo os frutos do projeto extensionista café.doc [práticas profissionais]. 2022.
- VALÉRIO, M. Transformações no ensino superior: a docência como objeto de estudo. **Revista Docência do Ensino Superior**, Belo Horizonte, v. 8, n. 1, p. 263–271, 2018
- VALERIO, M. *et al.* Café.doc – Coletivo de apoio à formação e à experiência docente. In: **Anais... 12ª Semana Integrada de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 2021. Curitiba, 2021.
- VERASZTO, E. V et al. Tecnologia: buscando uma definição para o conceito. **Prisma.com (Portugual)**, n. 8, p. 19-46, 2009.

VIEIRA, S. **Como elaborar questionários**. São Paulo: Atlas, 2009.

WEBER, M. **Economia e sociedade: fundamentos da sociologia compreensiva**. Brasília: UnB, 1999.

XAVIER, A. R.; FIALHO, L. M. F.; LIMA, V.F. Tecnologias digitais e o ensino de Química: o uso de softwares livres como ferramentas metodológicas. **Foro de Educación**, v.17 n. 27, p. 289-308, 2019.

ANEXOS A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Título do Projeto: *Softwares* e Simuladores educacionais nos cursos de Licenciatura em Química do estado do Paraná: Mapeando a formação e a prática de professores/as formadores.

Pesquisador/a responsável: Marcelo Valério

Pesquisador/a assistente: Douglas Guerhart Dos Santos

Local da Pesquisa: Universidade Federal do Paraná - UFPR

Endereço: R. Cel. Francisco Heráclito dos Santos, 100 - Jardim das Américas - Centro Politécnico 4º andar - Edifício das salas da administração – Caixa postal 19081 – Curitiba, Paraná, Brasil. CEP 81531-980

Você está sendo convidado/a a participar de uma pesquisa. Este documento, **chamado “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”** visa assegurar seus direitos como participante da pesquisa. Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. **Você é livre para decidir participar e pode desistir a qualquer momento sem que isto lhe traga prejuízo algum.**

A pesquisa intitulada:

Softwares e simuladores educacionais nos cursos de Licenciatura em Química do estado do Paraná: Mapeando a formação e a prática de professores formadores.

Tem como objetivo:

Enunciar as compreensões dos docentes formadores de professores/as de Química sobre sua formação prévia e prática de ensino atual em relação aos *softwares* e simuladores educacionais aplicados ao ensino de Química.

Participando do estudo você está sendo convidado/a a: responder um questionário online sobre sua formação e prática docente, no que se refere aos recursos educacionais digitais. O tempo estimado para responder o questionário é de 10 a 15 minutos. **VOCE PODERÁ INTERROMPER A SUA PARTICIPAÇÃO A QUALQUER MOMENTO.**

Desconfortos e riscos:

Ao responder esse questionário você pode encontrar desconforto no que se refere a reflexão sobre sua prática docente, podendo se sentir constrangido ao responder uma ou mais questões presentes no questionário. Por outro lado, não existem riscos relacionados à saúde, não é esperado qualquer tipo de dano a sua integridade moral, intelectual e espiritual. O risco observado ao participar dessa pesquisa é o vazamento dos dados coletados no questionário, visto que o mesmo será aplicado *online* e armazenado em nuvem, por meio da ferramenta *Google Drive*. No entanto, somente os pesquisadores que fazem parte deste estudo terão acesso a suas respostas e adotaremos todos os cuidados necessários de segurança cibernética. Além disso, após a coleta dados as informações serão retiradas da plataforma *Google Drive* e armazenados em equipamento próprio.

Benefícios:

Os resultados desta pesquisa tendem a no sentido de proporcionar um momento para refletir e aprimorar a sua prática docente, favorecendo a revisão de sua trajetória formativa pessoal e de seu perfil de atuação. Além disso, os resultados dessa pesquisa poderiam amparar a revisão das propostas formativas oferecida pelos cursos de Licenciatura em Química na qual você atua; e descortinar novas questões relacionadas que sigam alimentando a pesquisa sobre a docência universitária, o ensino de química e a formação inicial docente na área. Os resultados também podem auxiliar na implementação de políticas públicas institucionais na forma de

forma de aprimoramento e/ou formação continuada desses professores. É importante ressaltar também que os resultados da pesquisa têm potencial para oferecer um Panorama geral, da prática docente dos professores formadores de professores de Química, de todos os cursos de Licenciatura em Química do estado do Paraná que estão em funcionamento na modalidade presencial.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador Marcelo Valério, telefone: **(44) 99166 – 4323**, e-mail: **marcelovalerio@ufpr.br**. Endereço: Campus Avançado de Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Coordenação da Licenciatura em Ciências Exatas. R. Dr. João Maximiano, 426 - Vila Operária, Jandaia do Sul, Paraná. Brasil. CEP 86900-000.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretária do Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais do Setor de Ciências Humanas - CEP/CHS da Universidade Federal do Paraná, Subsolo Setor de Ciências Sociais Aplicadas, sala SA.SSW.09, na Av. Prefeito Lothário Meissner, 632- Campus Jardim Botânico, **(41)3360- 4344**, ou pelo e-mail **cep_chs@ufpr.br**

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP, tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa -CEPs das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

Este documento é elaborado, assinado e rubricado pelo/a pesquisador/a e pelo/a participante.

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da UFPR sob o número **CAAE nº 62956522.6.0000.0214** e aprovada com o Parecer número **5.671.030** emitido em 21 de setembro de 2022.

Consentimento Livre e Esclarecido:

Após ter lido este documento com informações sobre a pesquisa e não tendo dúvidas informo via formulário online que aceito participar da pesquisa.

ANEXO B – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS – QUESTIONÁRIO**ACEITO DO TERMO DE CONSENSCIMENTO E DADOS PESSOAIS**

Declaro que acessei o arquivo, li o TCLE e concordo participar deste estudo.

SIM

NÃO*

***Questionário encerrado**

Informe seu nome e Instituição de Ensino - IES em que trabalha atualmente (utilizaremos apenas para a tabulação de dados)

Resposta: _____

CARACTERIZAÇÃO DO PARTICIPANTE

1) Você é professor/a de um Curso de Licenciatura em Química, Licenciatura em Ciências Exatas - Habilitação em Química na modalidade presencial?

Sim

Não*

Já fui não sou mais*

***Questionário encerrado**

2) Qual seu o tempo de atuação como docente no Ensino superior? (considere todas as instituições que já trabalhou)

0 a – 5 anos

6 – 10 anos

11 – 15 anos

16 – 20 anos

21 anos ou mais

3) Seu currículo na Plataforma Lattes encontra-se atualizado com seus dados de formação acadêmica e atuação atual? **IMPORTANTE:** Se você responder NÃO, por favor, use o campo **OUTRO** para atualizar as informações que forem possíveis.

Sim

Não

Outro

4) Qual é a sua faixa etária?

18 a 24 anos

24 a 34 anos

35 a 44 anos

45 a 54 anos

55 a 64 anos

64 anos ou mais

FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA

5) Durante as disciplinas que você cursou na sua graduação ocorreu algum contato com os *softwares* e simuladores Educacionais?

Sim

Não

6) Em sua formação na pós-graduação (especialização, mestrado e/ou doutorado) ocorreu algum contato com os *softwares* e simuladores Educacionais?

Sim

Não

7) Como formação continuada e/ou complementar, você possui ou fez algum aperfeiçoamento (curso, oficina, *workshop* ou afins) sobre o uso de "*Softwares* e Simuladores" Aplicados a Ensino.

Sim

Não*

***Ir para pergunta 9 (sessão: prática docente).**

8) Descreva qual foi a sua motivação de realizar essa formação complementar e/ou aperfeiçoamento?

PRÁTICA DOCENTE

9) Agora, considerando sua prática docente (você enquanto professor de Química, Ensino de Química e/ou parte diversificada do curso), você utiliza ou recorda já ter utilizado em sala de aula algum *software* e/ou simulador educacional? Se sim, qual(is)?

Resposta: _____

10) Você conhece alguns dos *softwares* e simuladores educacionais abaixo?

Chems sketch

Avogrado

Periodic Table Xplorer

LabVirt

PhET Colorado

Não conheço nenhum deles

***É possível selecionar mais de uma alternativa**

11) Você conhece algum outro (mesmo que não tenha utilizado em sua prática docente) *software* e/ou simulador educacional, executando-se os citados na questão anterior? Se sim quais?

Resposta: _____

12) A literatura da área mostra que são muitas as dificuldades para que professores conheçam e utilizam recursos educacionais digitais (*softwares* e simuladores)

Com quais das dificuldades abaixo você concorda, considerando sua opinião e experiências próprias?

Falta de domínio da tecnologia

Discordo totalmente discordo neutro concordo concordo totalmente

Dificuldades relacionadas a estrutura necessária (internet de boa qualidade/computador disponível)

Discordo totalmente discordo neutro concordo concordo totalmente

Número de aulas e quantidade de conteúdo a ser trabalhado

Discordo totalmente discordo neutro concordo concordo totalmente

Receio de algo dar errado durante o processo

Discordo totalmente discordo neutro concordo concordo totalmente

Não tenho dificuldade

Discordo totalmente discordo neutro concordo concordo totalmente

13) Relate e comente uma experiência que você tenha vivido com o uso de softwares e/ou simuladores no ensino de Química ou em outras disciplinas do curso, seja enquanto estudante ou docente, com a maior quantidade de detalhes que conseguir lembrar.

Resposta: _____

***Questão obrigatória.**