

UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA

Programa de Pós-Graduação em Processos de Ensino, Gestão e Inovação

ANDRÉ LUIZ FERRER DOMENCIANO

**SABER ESCOLAR E CULTURA CIENTÍFICA: AS DISCIPLINAS DE
CIÊNCIAS E QUÍMICA**

Araraquara - SP

2021

ANDRÉ LUIZ FERRER DOMENCIANO

SABER ESCOLAR E CULTURA CIENTÍFICA: AS DISCIPLINAS DE CIÊNCIAS E QUÍMICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Processos de Ensino, Gestão e Inovação da Universidade de Araraquara – UNIARA – como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Processos de Ensino, Gestão e Inovação.

Linha de Pesquisa: Processos de Ensino.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Luciana Maria Giovanni

Araraquara - SP

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

D712s Domenciano, André Luiz Ferrer

Saber escolar e cultura científica: as disciplinas de ciências e química/
André Luiz Ferrer Domenciano. – Araraquara: Universidade de
Araraquara, 2021.
63f.

Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-graduação em Processos
de Ensino, Gestão e Inovação - Universidade de Araraquara-UNIARA

Orientador: Profa. Dra. Luciana Maria Giovanni

1. Educação. 2. Alfabetização científica. 3. Ensino de Ciências.
4. Ensino de Química. 5. Ensino fundamental e médio. 6. Processo de
Transposição didática. I. Título.

CDU 370

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DOMENCIANO, André Luiz Ferrer. **Saber escolar e cultura científica: as disciplinas de ciências e química**. Dissertação (Mestrado). Araraquara-SP: Programa de Pós-graduação em Processos de Ensino, Gestão e Inovação da Universidade de Araraquara – UNIARA, 2021 (Orientação: Profa. Dra. Luciana Maria Giovanni).

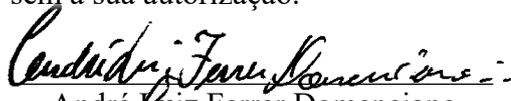
ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: André Luiz Ferrer Domenciano

TÍTULO DO TRABALHO: Saber escolar e cultura científica: as disciplinas de ciências e química

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação/2021

Conforme LEI Nº 9.610 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede à Universidade de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.



André Luiz Ferrer Domenciano

alldomenciano@uniara.edu.br



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROCESSOS DE ENSINO,
GESTÃO E INOVAÇÃO, ÁREA DE EDUCAÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Processos de Ensino, Gestão e Inovação da Universidade de Araraquara – UNIARA – para obtenção do título de **Mestre em Processos de Ensino, Gestão e Inovação**.

Área de Concentração: Educação e Ciências Sociais.

NOME DO AUTOR: **ANDRÉ LUIZ FERRER DOMENCIANO**.

CÓDIGO DE ALUNO: **15019-005**

Data: **21 de agosto de 2021**

TÍTULO DO TRABALHO: “**Saber escolar e cultura científica: as disciplinas de Ciências e Química**”.

Assinaturas dos Examinadores:

Conceito:

Profa. Dra. Luciana Maria Giovanni (orientadora)
Universidade de Araraquara – UNIARA

(X) Aprovado () Reprovado

Profa. Dra. Maria Regina Guarnieri
Universidade de Araraquara – UNIARA

(X) Aprovado () Reprovado

Profa. Dra. Lúcia Matias da Silva Oliveira
Faculdades Integradas Potencial – FIP

(X) Aprovado () Reprovado

Versão definitiva revisada pela orientadora em: 13/10/2021.

Profa. Dra. Luciana Maria Giovanni (orientadora)

Ao meu pai Paulo Maria Domenciano (in memoriam)

Meus sinceros agradecimentos à Claudete Ferrer Domenciano, minha mãe, à Prof^ª. Dr^ª. Luciana Giovanni, minha orientadora, e à Carla, minha esposa, que por diversos meios muito contribuíram.

“Édipo não se cegou por culpa, mas por excesso de informação.”

Michel Foucault

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Roteiro para análise das teses e dissertações.....	54
APÊNDICE 2 - Teses e dissertações selecionadas.....	55
APÊNDICE 3 - Síntese da leitura das teses e dissertações selecionadas.....	59
APÊNDICE 4 - Plano de aula: Solubilidade e temperatura (exemplo).....	65

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- A Espiral da Cultura Científica.....	36
--	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- De onde falam os pesquisadores: Data / Local / Área de origem das pesquisas.....	40
TABELA 2 - De que falam e como são as pesquisas selecionadas.....	41
TABELA 3 - Principais ideias / resultados encontrados.....	43

SUMÁRIO

RESUMO	10
ABSTRACT	11
INTRODUÇÃO	12
A esfinge da Química e o negacionismo científico.....	16
Um plano de aula minimizador.....	19
1. DESENHO DA PESQUISA REALIZADA	22
1.1. Questão norteadoras.....	22
1.2. Objetivos.....	23
1.3. Hipótese.....	23
1.4. Metodologia: a pesquisa bibliográfica.....	24
1.5 Procedimentos e etapas da pesquisa.....	24
2. APOIOS TEÓRICOS	26
2.1 Sobre o trabalho do Professor, o lugar do Conhecimento e o processo de Transposição Didática.....	26
2.2 Os processos do pensamento e a construção do conhecimento numa abordagem de metodologias ativas.....	30
2.3 Cultura Científica e Alfabetização Científica.....	34
2.3.1 A Espiral da Cultura Científica e a interdependência entre a Ciência e a Socie- dade do Conhecimento.....	36
3. O QUE DIZEM OS ESTUDOS ACADÊMICOS	39
3.1. Caracterização da Pesquisa.....	39
4. LISTA DE CHECAGEM COMO PROPOSTA DE INTERVENÇÃO	46
CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS	51
APÊNDICES	54

RESUMO

Esta pesquisa pretende reunir elementos para compreensão do desinteresse e baixo rendimento dos alunos em relação à disciplina de Ciências no Ensino Fundamental e Química no Ensino Médio – respondendo à seguinte **questão de pesquisa**: O que revelam os resultados das pesquisas sobre as relações, dentro de uma perspectiva da cultura científica, entre as dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem de Ciências, no ensino fundamental e de Química, no ensino médio, e os níveis de alfabetização científica de educandos e professores? Tem como **objetivos**: mapear o que dizem as pesquisas sobre as dificuldades enfrentadas por alunos e professores no processo de ensino-aprendizagem de Ciências (Ensino Fundamental) e de Química (Ensino Médio), sobre o processo de formação/letramento/alfabetização científica de educandos e docentes, além de identificar soluções propostas pelas pesquisas para superação dessas dificuldades, estabelecer o lugar que ocupam as metodologias ativas nessas soluções e propor, com base na categorização das soluções, uma *checklist* para a elaboração do plano de aula que possa auxiliar o docente de Ciências e Química, de um modo prático, a reduzir as dificuldades no seu dia-a-dia. Norteia ainda a pesquisa a **hipótese** de que as dificuldades apontadas pelas pesquisas no processo de ensino e aprendizagem de Ciências e Química tendem a revelar, de um lado, dificuldades e lacunas de formação dos alunos (em diferentes disciplinas ao longo da escolaridade básica) e, de outro lado, lacunas de formação dos professores (em especial no que tange ao conhecimento de teorias, estratégias e atitudes didáticas) – o que tem levado à fragilidade da educação / alfabetização científica de ambos os sujeitos do processo ensino-aprendizagem de Ciências (no ensino fundamental) e de Química (no ensino médio). Tais obstáculos parecem guardar relações com um saber escolar desconectado dos processos através dos quais o conhecimento é construído, levando a um processo de ensino-aprendizagem na escola desconectado das Ciências. A **metodologia** da pesquisa refere-se à pesquisa bibliográfica conforme a definem autores como Strehl e Traina & Traina Jr. Fornecem **apoios teóricos** ao estudo autores como: Roldão, Young, Gauthier e Chevallard (para compreensão do trabalho do Professor, o lugar do Conhecimento e o processo de Transposição Didática), além de estudiosos do tema educação / alfabetização científica, como: Leodoro, Vogt, Aragão e Grandi. Os resultados confirmam a hipótese e apontam que os **assuntos ou temáticas** mais frequentes estão relacionados com os temas didático-pedagógicos e à formação de professores. Em relação aos **sujeitos, às fontes e ao contexto de investigação**, os trabalhos focalizam o ensino fundamental, médio e superior, destacando-se o fato de que as séries em que ainda se constrói a noção de Ciências têm sido estudadas em maior número do que o ensino médio, em que o conhecimento científico é aprofundado e fundamenta o ingresso nas universidades. Quanto aos **procedimentos metodológicos**, as entrevistas, os relatos orais, as reflexões e a análise de documentos produzidos para e na escola são os mais citados. Os aspectos considerados importantes no processo de ensino-aprendizagem da cultura científica aparecem em 06 grupos, todos significativamente valorizados nas pesquisas: metodologias ativas e recursos alternativos, educação dialógica e humanística, inserção de unidades curriculares sobre práticas e normas da cultura científica, investimento na formação inicial e continuada dos professores em relação à promoção da formação científica, ações e função mediadora do professor, relação / integração entre as culturas científica, da escola, da comunidade local e cenário sociocultural, superando a oscilação dos alunos entre conceitos científicos e senso comum.

Palavras-chave: Educação / alfabetização científica; Ensino de Ciências; Ensino de Química; Ensino Fundamental e Médio; Processo de transposição didática.

DOMENCIANO, André Luiz Ferrer. **School knowledge and scientific culture: the subjects of science and chemistry**. Master's thesis. Araraquara-SP: Graduate Program in Teaching Processes, Management and Innovation, University of Araraquara – UNIARA, 2021 (Advisor: Luciana Maria Giovanni, PhD).

ABSTRACT

With this research, we aim to gather elements to understand the students' lack of interest and low performance related to the subjects of science in primary school and chemistry in high school – answering the **research question**: What do research results reveal about the relations, in the scientific culture perspective, among the difficulties faced in the process of teaching-learning science in primary school and chemistry in high school, and the students' and teachers' levels of scientific literacy? The **objectives** of this study are mapping what research works discuss about the difficulties faced by students and teachers in the process of teaching-learning science (primary school) and chemistry (high school), about the students' and teachers' processes of scientific formation/ literacy, besides identifying solutions proposed by those works in order to overcome those difficulties, establishing the right moment to insert the active methodologies in these solutions, and proposing, based on the categorization of the solutions, a checklist for the elaboration of a lesson plan that could help the science and chemistry teacher, in a practical way, to reduce their routine difficulties. This research is led by the **hypothesis** that the difficulties pointed by the research works in the process of teaching-learning science and chemistry tend to reveal, on one hand, difficulties and gaps in the students' formation (in different subjects through primary education) and, on the other hand, gaps in the teachers' formation (especially concerning the knowledge of theories, strategies and didactic attitudes) – which has led to the fragility of scientific education/literacy of both participants in the process of teaching-learning science (in primary school) and chemistry (in high school). Such obstacles seem to be related to school knowledge disconnected from the processes through which knowledge is built, leading to a teaching-learning process in the school disconnected from science. The research **methodology** is based on a bibliographical research according to the definition of authors such as Strehl and Traina & Traina Jr. **Theoretical support** comes from authors as Roldão, Young, Gauthier and Chevillard (to understand the teacher's work, the place of knowledge and the process of didactic transposition), besides the authors who study the theme of scientific education/ literacy, as Leodoro, Vogt, Aragão and Grandi. The **results** confirm the hypothesis and point that the most frequent **themes or issues** are related to the didactic-pedagogic themes and to the teacher education. Concerning the **participants, sources** and the **context** of this study, as it focused on the primary and high schools and the higher education, it highlighted the fact that the school years in which the notion of science is being built have been studied to a greater extent than high school, in which the scientific knowledge is deepen and serves as a base to the admission in universities. Considering the **methodological procedures**, the interviews, oral narratives, the reflections and the analysis of documents produced for and by the school are mentioned to the greatest extent. The **most important aspects in the process of teaching-learning scientific culture** appear in 6 groups, all significantly valued in the research works: active methodologies and alternative resources, dialogic and humanistic education, insertion of curricular units about practices and rules of the scientific culture, investment in the initial and continued teacher education in relation to the promotion of the teachers' scientific formation, actions and mediating functions, relation/ integration among scientific cultures of the school, the local community and the sociocultural scenario, overcoming the students' oscillation between scientific concepts and common sense.

Keywords: Scientific literacy/ education; science teaching; chemistry teaching; primary school and high school; process of didactic transposition.

INTRODUÇÃO

A questão norteadora e os objetivos deste trabalho são uma espécie de sublimado das dificuldades do pesquisador quando estudante nos níveis básico e médio e, mais tarde, quando bacharelando em Farmácia e Bioquímica. Na verdade, trata-se do Édipo que nunca viveu tranquilamente os diversos encontros com a Esfinge e suas inúmeras versões. Tornou-se docente e, depois, mestrando, quase nada perdeu do velho assombro diante do monstro.

No mito grego, o enfrentamento dá-se entre a Esfinge e a população de Tebas.

Enviado por Hera, o monstro aterrorizava a cidade e cercanias. Trazia um enigma que aprendera com as musas: “Que criatura, pela manhã, tem quatro pernas, ao meio-dia, tem duas e, à tarde, tem três?” Como condição para ir embora e deixar os tebanos em paz, alguém teria que decifrar o problema proposto pela criatura. O que, por algum tempo, pareceu impossível. A Esfinge estrangulava os indivíduos que perdiam o desafio.

Em razão do caos estabelecido em toda Beócia, o rei Creonte anunciou que daria um prêmio a quem resolvesse o enigma. A rainha Jocasta, viúva, e a coroa de Tebas constituíam o prêmio. Assim, alguém chamado Édipo resolveu o problema. O enigma tinha como resposta “o homem” que, em criança, engatinha, quando adulto, anda sobre duas pernas e, na velhice, apoia-se numa bengala. Édipo era destemido e inteligente, mas carregava um crime nas costas. Tempos atrás, assassinara um homem, contudo, graças ao enigma decifrado, tornou-se rei de Tebas. A Esfinge, derrotada e humilhada, atirou-se a um precipício (COMMELIN, 2011; SÓFOCLES, 2007).

Decerto, o conto não termina com o malogro do monstro. Criaturas ainda piores aguardavam o novo monarca e, interessantemente, a simbologia da resposta dada à Esfinge — o homem — não é em nada gratuita. Jocasta, viúva de Laio era a mãe que Édipo desconhecia. Laio, portanto, o seu pai — exatamente, o homem que Édipo assassinara tempos antes.

Assim, quando tudo veio à tona, Jocasta suicidou-se, enquanto Édipo, que passou a sofrer a mais pesada das culpas, arrancou os próprios olhos como punição por não ter reconhecido a própria mãe na rainha viúva. Ou seja, o rei vencedor do desafio da Esfinge se deparou, em seguida, com inúmeros outros monstros. Criaturas tão terríveis quanto — segundo o juízo do assombrado Édipo — perfeitamente evitáveis.

A presença do mito grego nesta dissertação justifica-se quando Tirésias, personagem da Odisseia de Homero, é colocado ao lado de Édipo.

Na mesma Tebas, vivia um profeta cego, filho do pastor Everes e da ninfa Caricló, Tirésias. Comparado a Édipo, vislumbra-se a dicotomia que atravessa qualquer investigação sobre o ensino e o aprendizado: num dos polos, Tirésias, o cego que sabe. Uma vez que Homero descreve o seu personagem como um poderoso oráculo. Édipo, no polo oposto, representa o homem que vê, mas não sabe.

Outro viés interessante acerca da presença de Édipo e Tirésias nesta introdução tem algo a ver com a nossa famigerada Era da Informação — ou, como denominam outros, a Sociedade do Conhecimento. Relaciona-se a, pelo menos, uma das principais questões acerca do peculiar *Zeitgeist* que, desde a segunda metade do Século XX, configura-se a olhos vistos (COMMELIN, 2011).

Nos últimos anos, muito se tem discutido sobre a rapidez e a quantidade de informação disponível contra um movimento cada vez mais evidente nas sociedades — o movimento que se relaciona ao “ver, mas não saber”! Naturalmente, uma constatação que envolve e impacta o ensino de Ciências, bem como de uma Ciência econômica e socialmente importante como a Química. Uma vez mais, o homem — aqui, nas figuras do professor e do aluno — surge como a provável resposta de um enigma. Sem, é claro, alimentar-se a ilusória suposição de que todos os monstros envolvidos poderiam ser derrotados na derrota de apenas um deles.

Como docente, meu primeiro contato com uma sala de aula foi experimentado enquanto exercia, em paralelo, a profissão farmacêutica no Sistema Único de Saúde (SUS), atividade iniciada em 2004, e deu-se na Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), no campus Luís Meneghel, município de Bandeirantes, estado do Paraná.

Química Inorgânica e Química Analítica Quali-quantitativa eram as disciplinas por mim ministradas ao primeiro semestre do curso de Agronomia. Para o primeiro semestre de Medicina Veterinária, a disciplina ministrada era Química Geral.

Naqueles tempos, havia uma grande felicidade por não sermos devorados, terminada uma aula, durante a nossa locomoção de um departamento para outro. Entre os artificios — ou convicções — que me livravam da voracidade da Esfinge, um contribuiu imensamente para que o meu interesse pelos inúmeros obstáculos ao ensino e ao aprendizado da Química persistisse até 2019 e se tornasse central nesta pesquisa para o mestrado.

Naqueles quatro semestres, as turmas de Agronomia e Medicina Veterinária sempre se diferenciavam em relação a um aspecto curioso: a motivação prévia. Termo que, ao longo dos anos — a cada vez que a singular impressão acerca do “ânimo” das turmas retornava à consciência — foi-se transformando.

Vale dizer, também, que depois das primeiras leituras relacionadas aos trabalhos do mestrado, o termo “motivação prévia” ganhou um nome mais consistente: enculturação científica.

Na época, os alunos de Medicina Veterinária pareciam mais “enculturados” do que os alunos de Agronomia. Vários fatores, decerto, contribuíam para que fosse daquela forma. O principal deles (sem querer, aqui, lançar juízos, mas decerto exemplificar através de uma das muitas impressões cruas que, invariavelmente, levam professores a desenvolverem projetos de pesquisa) relaciona-se ao processo seletivo ao qual o alunado da Medicina Veterinária era submetido, bem mais concorrido do que o do outro curso e que demandava um preparo maior dos candidatos. Também, os estudantes egressos de cursinhos pré-vestibular eram mais numerosos entre os estudantes de Medicina Veterinária. O processo seletivo impactava (de acordo, é claro, com aquele nosso olhar informal) diretamente no nível de enculturação das turmas.

A expressão enculturação científica tem sido usada como um equivalente do termo *alfabetização científica*, do inglês “scientific literacy”. Outro sinônimo de enculturação científica muito comum na produção acadêmica é *letramento científico* (ARAGÃO, 2014, 2016; GRANDI, 2016). O significado desses termos é, em termos simples, os saberes acerca da Ciência que o indivíduo acumula a partir da educação formal. O conhecimento mínimo sobre o funcionamento da Ciência, isto é, os rudimentos da construção do conhecimento científico, o que se relaciona aos processos de pensamento do aluno. Relação esta, que é instrumental em relação ao processo de ensino aprendizagem (sendo, o Método Científico, um tema rico em operações do pensamento) e culturalmente relevante na vida do cidadão.

Portanto, faz-se necessário trabalhar com outro termo: Cultura Científica. Sua abrangência extrapola os muros escolares. Nesta dissertação, a Cultura Científica será devidamente esclarecida um pouco mais adiante. Por hora, ficamos com o que é pertinente: a distinção entre os termos cultura científica e enculturação científica, que é — conforme já explanado — sinônimo de letramento científico e de alfabetização científica (termo que usaremos a partir daqui). A palavra cultura dá a ideia de um espectro que, decerto, é muito maior.

Em breve, consideraremos a Cultura Científica de acordo com a Espiral da Cultura Científica proposta por Carlos Vogt. Retornaremos, portanto, à trajetória do pesquisador: suas inquietações e o surgimento das dúvidas norteadoras desta pesquisa.

As dificuldades do estudante e do professor, relacionadas à disciplina de Química, levavam-me, durante as etapas iniciais deste projeto, às questões da Matemática aplicada à Química (fonte clássica de imbróglis no ensino e no aprendizado da disciplina). Foi tão re-

corrente que os rumos da pesquisa pareciam claros e prestes a se consolidarem — pelo menos, até que dois eventos acontecessem em pleno trabalho.

Ainda em 2019, enquanto fazíamos o primeiro mapeamento bibliográfico, a lembrança da distinção entre as turmas de Medicina Veterinária e Agronomia surgiu e, a partir daí, não me deixou em paz. O termo Cultura Científica, fora de dúvidas, sugeria algo que extrapolava os domínios da escola. Então, pensamos no isolamento da escola em relação ao mundo, tema ricamente discutido pela academia. Em meio a tantas dificuldades no processo de ensino e aprendizagem, havia a dicotomia entre uma escola inserida numa cultura e, ao mesmo tempo, isolada! De acordo com Leodoro (2005), o ensino de Ciências deve considerar o ato de pensar como a integração das múltiplas vivências dos educandos.

A segunda intercorrência veio em 2020. Notícias chegavam, aos poucos, da China e, logo, da Alemanha e da Itália. O problema aproximava-se do Brasil e o nosso grau de alfabetização científica, muito embora nem desconfiássemos, estava prestes a passar por uma prova de fogo. Algo que mudaria o enfoque das nossas vidas e, como não poderia deixar de ser, deste trabalho.

Apesar de contraditório — e algo autodestrutivo — certos grupos humanos têm-se voltado contra insubstituíveis construções da Cultura e, portanto, agredido inestimáveis produções de âmbitos inseridos na Cultura, como as Artes e as Ciências. Tais hordas realizam as suas aparições, ao longo da História, a fim de negar o que não entendem e destruir o que tomam como ameaça.

O desenvolvimento da presente dissertação foi tomado de assalto por uma doença infecciosa e visceralmente impactado por uma — ou talvez várias e simultâneas daquelas “aparições” nefastas.

Iniciado em 2019, o projeto trilhava outro percurso, mas já cruzava certos temas que, sob as circunstâncias eclodidas no início do ano seguinte, ganharam uma natureza premente.

A partir do dia 26 de fevereiro de 2020, data em que se confirmou o primeiro caso brasileiro da Doença do Coronavírus (Corona Virus Disease ou COVID, sigla que é acompanhada do indicativo do ano 2019, logo, COVID-19), iniciou-se algo inacreditável. Em toda a *mass media* e nas vias telemáticas, ergueu-se uma onda de ataques a conhecimentos técnicos e científicos consagrados na área da Saúde Pública. Algo semelhante a produzir-se um buraco no fundo do único bote salva-vidas disponível.

Vale ressaltar que para este mestrando, um profissional da saúde lotado numa farmácia pública, não houve paralização das atividades, mas sim o isolamento social possível dentro de um exercício essencial como o da assistência farmacêutica. Por isso, o choque entre as

constatações do dia-a-dia e as leituras em curso para o projeto a ser desenvolvido no mestrado — leituras, estas, relacionadas a temas como alfabetização científica e processos de construção do conhecimento —, transformou o longo período de incertezas em relação à continuidade dos trabalhos, em plena pandemia, numa verdadeira máquina de reflexões.

Incontornavelmente, o duradouro e ruidoso funcionamento de tais engrenagens convocou-nos à responsabilidade.

A Esfinge da Química e o negacionismo científico

ADORNO e HORKHEIMER (1997, p. 20) comentam o seguinte a respeito da antevisão de Francis Bacon (1561-1626) acerca da Ciência:

Apesar do seu alheamento à matemática, Bacon capturou a mentalidade da ciência que se fez depois dele. O casamento feliz entre o entendimento humano e a natureza das coisas que ele tem em mente é patriarcal: o entendimento que vence a superstição deve imperar sobre a natureza desencantada.

O negacionismo parece nascer, muito precocemente, quando a educação não dá conta de desmistificar o mundo. A noção de que a educação científica objetiva uma rede de significados de construções individuais e sociais das ciências (LEODORO, 2005) sugere a importância de uma relação mais próxima entre o saber escolar e os espaços exteriores, onde os indivíduos circulam e relacionam-se entre si e com o mundo.

Fazer com que o mundo e a escola se toquem, nos termos da educação científica, é dar materialidade e razão de ser aos estudos de temas invariavelmente abstratos. Um movimento assim, de algum modo, impactaria apenas no temor irracional a valores preciosos que, da noite para o dia, são convertidos em monstros bem como nas recorrentes ações destrutivas realizadas contra inestimáveis obras da inteligência humana. Impactaria, também, no interesse pelas carreiras científicas.

Se a última consequência dos baixos níveis de alfabetização científica é um negacionismo capaz, por exemplo, de colocar em risco o bem-estar e a saúde de muitas pessoas, no meio do caminho, onde se situa a vida escolar, há a dificuldade, o desinteresse e a evasão.

Nas primeiras leituras realizadas para esta pesquisa, o peso da Matemática ecoou os aspectos observados em sala de aula. Conforme já mencionado, a aplicação dos cálculos à Química constitui um dos nós tradicionais ao lado, e com destaque — vale acrescentar —, à

percepção espacial no estudo de moléculas em três dimensões, tema crítico da Química Orgânica no que se refere ao reconhecimento das propriedades dos compostos.

Os obstáculos ao aprendizado de Ciências e, posteriormente na vida estudantil, ao aprendizado da Química, para quem dos pré-requisitos aritméticos, algébricos e geométricos, parece guardar relações com um saber escolar desconectado dos processos através dos quais o conhecimento é construído. Exatamente essa desarticulação levou a questões como estas: Há, no ensino de Ciências e de Química, semelhante desconexão? Por que e como acontece? Quais medidas poderiam aproximar o saber escolar e os processos de construção do conhecimento? Porém, depois de achados como o artigo de Carlos Vogt, *A Espiral Da Cultura Científica* e a tese de Marcos Pires Leodoro, *Pensamento, Cultura Científica e Educação*, já quando — vale ressaltar —, o projeto se delineava, o fato de a escola se achar num contexto de Cultura Científica, preparou-me para o que ainda estava por vir em termos de quebra da rotina e estarecimento. Surgiria, em poucas semanas, a **questão norteadora desta pesquisa**: *Como se relacionam, dentro de uma Cultura Científica, as dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem de Ciências e de Química e os níveis de alfabetização científica de educandos e professores?*

A Matemática, ao lado da velocidade com que o conhecimento se fragmenta e se especializa constituíam o foco desta pesquisa até que a pandemia e o negacionismo chamassem a nossa atenção. A barreira produzida pela linguagem dos cálculos era, até então, o que transformava a Esfinge numa oponente cada vez mais indesejável entre os educandos. Mesmo o prazer em derrotar o monstro (a vitória intelectual cristalizada num dos mitos formadores ocidentais) e a satisfação de seguir adiante parecia pouco atraente aos estudantes, uma vez que o conteúdo a ser estudado e os motivos para estudá-lo caminhavam desarticulados. Faltava considerar a Cultura Científica, o que, realmente, tornou-se uma obrigação.

Antes da onda negacionista se levantar em 2020, os enigmas da Matemática, ao lado da desarticulação dos temas intra e extradisciplinares, eram as prováveis causas das dificuldades experimentadas no ensino e no aprendizado da Química a serem esmiuçadas. Um fragmento, na verdade, de algo maior. Suas relações na Cultura, somente aos poucos e enquanto avançavam as leituras e o mapeamento bibliográfico, surgiam e integravam os motivos pelos quais muitos educandos deixam-se devorar ainda no início da jornada e, outros tantos, já quando o destino parece tão próximo. A voracidade da Esfinge só parece aumentar no trecho da viagem que compreende o Ensino Superior.

Mesmo nas graduações em que a Química e a Matemática são o foco, frequentadas por estudantes que, supõe-se, sintam-se mais confortáveis depois de tantas provações, o nível de desistência, em pleno curso, é alto.

Segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), os cursos de graduação de Matemática e Química estão entre aqueles em que o número de indivíduos ingressantes tende a ser maior do que o de formados. Considerando um período de quatro anos, 2013 a 2017, em todo o país, 9.072 se matricularam em cursos presenciais de Matemática e, destes, formaram-se 742 profissionais. No caso da Química (excluídos os cursos à distância), dos 43.164 alunos que se matricularam em 2013, 5.334 se tornaram profissionais da Química em 2017 (BRASIL, 2013 e 2017).

Tal quadro, no Ensino Superior brasileiro, bem como o desinteresse e o baixo rendimento em relação à disciplina de Química no Ensino Médio (o que não tem sido difícil de constatar na prática docente), pode ser resultante de um processo ensino-aprendizagem em que as disciplinas Matemática e Química (da qual aquela é um instrumento essencial) são trabalhadas de modo dissociado, desde as abordagens mais simples, ainda no Ensino Fundamental (quando, então, os rudimentos da Química surgem na vida escolar sob o invólucro de “Ciências”). Mas dizer o que acerca da desarticulação entre a escola e o mundo? Logo a escola, que é parte da Cultura.

A ideia, mais ou menos aceita, de que deficiências dessa natureza se devem ao uso excessivo e exclusivo de técnicas e materiais didáticos pouco atraentes e incapazes de decompor fenômenos complexos (invariavelmente, os objetos de estudo das Ciências) chama a atenção a importância de metodologias ativas, tais como o uso dos mapas conceituais e das sequências didáticas que emulam uma pesquisa científica ou um experimento. Diversos trabalhos acadêmicos investigam recursos dessa natureza a fim de aproximar as abstrações matemáticas — o conhecimento e o uso dos processos do pensamento — e o fenômeno em questão. Aproximar, enfim, as etapas em que se deram a construção de certo conhecimento e o saber escolar.

O estudo de metodologias ativas, bem como de um crescente olhar epistemológico, no que se refere à prática do ensino em Ciências, apareceu já no primeiro levantamento bibliográfico realizado, muito embora de maneira escassa quando associado a descritores como “química” e “ensino da química”. A produção acadêmica relacionada a tais preocupações é mais rica no que diz respeito a outras disciplinas do Ensino Médio, como Física e Biologia, e à disciplina de Ciências do Ensino Fundamental. Por isso, e também devido a conceitos como alfabetização científica, a abrangência da pesquisa bibliográfica foi

ampliada desde as séries iniciais do Ensino Fundamental até o último ano do Ensino Médio. Demos preferência a dissertações e teses que se debruçam na Química, porém, trabalhos acadêmicos relacionados a outras disciplinas, que contemplavam algum dos nossos objetivos, foram considerados.

Ainda que a Matemática, como linguagem no aprendizado e na prática da Química, constituísse o nosso foco desde o início, as ideias de alfabetização científica e construção do conhecimento também apareciam e foram ganhando volume até, realmente, agigantarem-se devido ao quadro que, em poucos meses, atropelou o mundo e a montagem desta pesquisa.

O desinteresse e, em alguns casos, o temor pela Química observados em sala de aula, bem como os números acerca da evasão no Ensino Superior, impactam atividades como a pesquisa e a transferência de inovação para a indústria. Contudo, para além dos prejuízos na balança comercial, há o risco de um mundo interpretado mediante o pensamento mágico.

Neste início de século, o velho assombro diante de uma natureza encantada expande-se nos meios telemáticos e atende por muitos nomes; são teorias da conspiração relacionadas ao meio ambiente, movimentos anti-vacinas, grupos de terraplanistas, entre outros. A alfabetização científica parece um fator determinante, por exemplo, no sucesso das discussões acerca do aquecimento global e no fortalecimento da pressão popular sobre os governantes dos países que mais agridem o planeta.

A educação científica desvinculada do mundo, se não produz, tem um grande peso no surgimento de grupos negacionistas. Sem as mencionadas articulações com o saber escolar, valores insubstituíveis correm o risco de sofrerem atos de destruição semelhantes (ou piores) aos tantos que já maculam a trajetória humana.

Um plano de aula minimizador

Outras leituras deflagradoras desta pesquisa foram as teses de doutorado de Thaís Cyrino de Mello Forato, *A natureza da Ciência como Saber Escolar: um estudo de caso a partir da história da luz*, e de Aroldo Nascimento Silva, *A experiência no tempo, nas epistemologias do sul e na docência: reflexões sobre a História da Ciência no ensino de Química*. Ambos tratam do emprego da História da Ciência como ferramenta de ensino de... Ciências.

Por mais que isso pareça redundante, não é.

Quem nunca escutou sobre o Pudim de Passas (*plum-pudding*) enquanto o professor de Química apresentava o Modelo Atômico de Joseph John Thomson (1856-1940) e, algumas aulas adiante, quem nunca se perguntou sobre o motivo de histórias como aquela, do início

do curso de Atomística, simplesmente desaparecerem e deixarem apenas aquela conversa árida sobre subníveis, números quânticos principais e spins? E que tal Benjamin Franklin (1706-1797), a pipa e a tempestade? Friedrich August Kekulé (1829-1896) e o estranho modo como concebeu a estrutura de um certo composto? Assim que introduz o capítulo de Química Orgânica sobre os aromáticos, o professor larga o giz e começa a contar uma história.

Diante da sua lareira, Kekulé adormeceu e começou a sonhar com uma dança de cobras. Então, uma delas mordeu a própria cauda e descreveu giros no espaço.

Atônitos — e igualmente despertados de um cochilo — alunos de várias gerações encararam a molécula de benzeno enquanto o professor de Química, muito agitado e carente de atenção, chama a classe à realidade. Sua fala indecifrável é a respeito da ressonância. Algo difícil de visualizar, num primeiro momento, naquela figura de seis lados esboçada na lousa.

A despeito das clássicas historietas e anedotas transmitidas há gerações, de professor para futuros professores, referimo-nos, aqui, a um emprego mais estratégico dessas narrativas e não falamos, apenas, de instantes descontraídos entre uma fórmula e outra. Há que se escolher e encaixar os episódios de um modo pensado. A história de um determinado conhecimento encontra o seu lugar ainda no plano de aula.

Esta é a razão pela qual sugerimos, neste trabalho, uma intervenção mínima cujo principal objetivo é dotar as aulas de Ciências e Química de algo da construção do conhecimento. Ação esta que, principalmente, consiga chamar o docente para um mínimo de reflexão epistemológica ainda enquanto planeja a sua aula.

Da mesma forma que os problemas geradores da pesquisa são apresentados nesta seção introdutória e as questões norteadoras, objetivos, metodologia na próxima seção, trabalhando mediante a pesquisa bibliográfica, esperamos colher outras soluções que, ao lado da narratividade do conhecimento científico, possam constituir uma espécie de lista de checagem a servir de guia durante o planejamento de aulas de Ciências e Química, ao longo da escolaridade básica. Em suma, objetivamos, entre outras coisas, extrair mais ferramentas, além da História da Ciência, tão ou mais significativas no que se refere à superação de dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de Ciências e Química, e que também possam figurar como itens da nossa lista de checagem.

Tal proposta situa-se na seção 4 deste trabalho, ou seja, é uma consequência das respostas obtidas na pesquisa bibliográfica.

A seção 1, conforme já indicamos, traz o desenho da pesquisa (as questões norteadoras, os objetivos geral e específicos e a metodologia). Em seguida, na Seção 2, apresentamos o referencial teórico. Na seção 3, *O que dizem os estudos acadêmicos*, a produção de progra-

mas de mestrado e doutorado atual é analisada antes de sugerirmos, na Secção 4, a referida lista de checagem e tecermos as Considerações Finais.

Como um dos objetivos específicos considera as discussões acadêmicas que, na atualidade, opõem as metodologias tradicionais e as metodologias ativas, e procura estabelecer o lugar que as últimas ocupam nas soluções propostas, ideias relacionadas às sequências didáticas investigativas e ao uso de mapas conceituais, certamente, pesam na construção da proposta.

Uma lista de checagem pareceu-nos um recurso prático e capaz de enriquecer minimamente as aulas de Ciências e Química, ainda no seu planejamento. Na verdade, trata-se de um uma espécie de lembrete ao docente, de que sempre é possível articular uma sequência didática com alguns pontos que poderão ser irresistíveis e memoráveis para os alunos.

Não se tratam, conforme já afirmado, de meras e figurativas digressões em plena aula, mas de sequências de eventos ou ideias realmente imbricados em pontos estratégicos da sequência didática. Um passo-a-passo capaz de dar sentido e materialidade a um determinado tema. Além, é claro, de estabelecer o componente emotivo (caso típico das narrativas), tão poderoso na motivação para qualquer aprendizado.

Se em relação a disciplinas como Química e Física, haveria muitos inclinados a desconfiar de uma sequência didática cravejada de digressões, o que diriam os mesmos de uma aula de Matemática na qual, a cada conceito a ser trabalhado, surgisse uma narrativa? Conforme logo mais exploraremos, com o auxílio de Teruzzi (2017), a história de uma área do saber pode ensinar muito sobre determinado conhecimento porque, no processo, revisita-se o caminho percorrido pelo ser humano até obter o dito conhecimento.

Tais leituras também reforçaram, no final de 2019, a importância que vínhamos percebendo em temas como Cultura Científica e interdisciplinaridade.

1 O DESENHO DA PESQUISA REALIZADA

1.1 Questão norteadora

O que revelam os resultados das pesquisas sobre as relações, dentro de uma perspectiva da cultura científica, entre as dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem de Ciências, no ensino fundamental e de Química, no ensino médio, e os níveis de alfabetização científica de educandos e professores?

Na questão norteadora, a formação do professor diz respeito, aqui, à bagagem científica obtida durante a sua escolarização (a alfabetização científica do docente) bem como aos conhecimentos específicos da formação do profissional docente (ferramentas didático-pedagógicas). Além disso, no âmbito de uma Cultura Científica, a formação do professor também é influenciada pelo contato com as vias próprias da Espiral da Cultura Científica proposta por Carlos Vogt. É preciso ressaltar que tais vias nunca deixam de influenciar, visto que elas têm uma dinâmica cultural. Enquanto ensina e vive, o professor é bem ou mal, muito ou pouco, influenciado, por exemplo, pelos noticiários que fazem o trabalho da divulgação científica ou, ainda, através de visitas a museus, exposições e palestras. Também os alunos, fora da escola, entram em contato com os componentes da Espiral.

Sendo assim, usaremos o termo alfabetização científica, segundo já explicitado, em relação à educação formal, escolar. Ainda que incluída na Espiral da Cultura Científica, a escola é tradicionalmente apartada de elementos importantes da Espiral, seja pelo seu formalismo ou pela falta de recursos ou de oportunidade. As visitas a feiras de Ciências e a promoção de leitura de livros e revistas de divulgação científica fazem parte do cotidiano de todas as escolas, inclusive as públicas?

A fim de abrir o espectro da questão norteadora é preciso informar que pretende-se mapear o que dizem as pesquisas sobre as dificuldades enfrentadas por alunos e professores no processo de ensino-aprendizagem de Ciências (Ensino Fundamental) e de Química (Ensino Médio), sobre o processo de alfabetização científica de educandos e docentes, bem como o contato cultural destes com a Ciência.

Pretende-se, ainda, identificar soluções propostas pelas pesquisas para superação dessas dificuldades e estabelecer o lugar que ocupam as metodologias ativas nessas soluções.

Tendo como base a categorização das soluções levantadas, pretende-se propor uma intervenção relacionada ao plano de aula e formulada como uma lista de checagem.

Como acentuar, à maneira de Raths et al (1977) em relação ao pensamento, a Ciência em sala de aula? Pensamos, aqui, na implantação de elementos ainda na elaboração do plano de aula mediante uma lista de checagem. De forma rápida e prática, acreditamos ser esta uma ferramenta útil para o docente de Ciências e Química, na redução das dificuldades no seu dia-a-dia, uma vez que a lista de checagem tem origem nos resultados desta pesquisa relacionados aos problemas e soluções constantes na produção acadêmica recente.

1.2 Objetivos

Objetivo Geral

Mapear o que dizem as pesquisas sobre as dificuldades enfrentadas por alunos e professores no processo ensino-aprendizagem de Ciências (Ensino Fundamental) e de Química (Ensino Médio), bem como sobre o processo de alfabetização científica e o contato cultural com a Ciência de educandos e docentes.

Objetivos Específicos

Identificar na produção acadêmica atual, os dados relativos às dificuldades enfrentadas no ensino e no aprendizado de Ciências e Química e ao processo de alfabetização científica e o contato cultural com a Ciência de educandos e docentes.

Identificar e categorizar as soluções propostas pelas pesquisas para a superação das dificuldades.

Determinar o lugar das metodologias ativas nos movimentos entre as dificuldades enfrentadas e as soluções propostas encontradas na produção acadêmica atual.

Propor uma intervenção mínima, baseada na categorização das soluções propostas, e que possa auxiliar o docente de Ciências e Química, de um modo prático, a reduzir as dificuldades no seu dia-a-dia (uma lista de checagem, *checklist*, para a elaboração do plano de aula).

1.3 Hipótese

As dificuldades apontadas pelas pesquisas no processo de ensino e aprendizagem de Ciências e Química tendem a revelar, de um lado, dificuldades e lacunas de formação dos alunos (em diferentes disciplinas ao longo da escolaridade básica) e, de outro lado, lacunas

de formação dos professores (em especial no que tange ao conhecimento de teorias, estratégias e atitudes didáticas) — o que tem levado à fragilidade da alfabetização científica e ambos os sujeitos do processo ensino-aprendizagem de Ciências (no ensino fundamental) e de Química (no ensino médio). Tais obstáculos parecem guardar relações com um saber escolar desconectado dos processos através dos quais o conhecimento é construído. Uma escola desconectada das Ciências — e, ressaltamos, aqui, a dimensão da proposta de Vogt (2003) — até mesmo em termos culturais.

1.4 Metodologia: a pesquisa bibliográfica

A pesquisa aqui relatada refere-se à *pesquisa bibliográfica*, realizada conforme orientação de autores como Strehl (2011), que apresenta a pesquisa bibliográfica como instrumento de investigação e Traina & Traina Jr. (2011), que se voltam especificamente para a operacionalização da pesquisa bibliográfica. São autores segundo os quais a pesquisa bibliográfica é a atividade de localização e consulta de fontes diversas de informações escritas, para coletar dados gerais ou específicos a respeito de um tema. Trata-se de metodologia que inclui segundo esses mesmos autores as seguintes etapas: Localização das fontes de dados; Seleção do material; Fichamento, organização, processamento do material; e Apresentação do material: registro e agrupamento das informações obtidas em Quadros e Tabelas.

1.5 Procedimentos e etapas da pesquisa

a) Levantamento e seleção de Teses e Dissertações sobre a temática: Teses e Dissertações defendidas no Brasil, no período de 2010 a 2020, disponíveis na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD, desenvolvida e coordenada pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT. Busca realizada por meio de descritores previamente definidos (*educação científica / formação científica / alfabetização científica / cultura científica / transposição didática*), com seleção primeiro pelos títulos e, em seguida, pelos resumos das Teses e Dissertações encontradas;

b) Leitura do integral das Teses e Dissertações selecionadas para coleta dos dados: leitura realizada com auxílio de **Roteiro** previamente construído e testado para essa

finalidade (ver **Apêndice 1**), cuja construção e teste de instrumento para coleta dos dados, incluiu os seguintes aspectos:

- Identificar e descrever a forma e estrutura lógica do texto
- Identificar objetivos, hipóteses e questões norteadoras da pesquisa.
- Localizar principais autores aos quais o autor(a) faz menção
- Identificar natureza e forma de abordagem dos dados
- Identificar fonte dos dados
- Caracterizar procedimentos de coleta dos dados
- Caracterizar procedimentos de análise dos dados
- Detectar temas ou ideias recorrentes ou ausentes

c) Organização e análise dos dados coletados: a organização, análise e apresentação dos dados incluíram, de acordo com Giovanni (1998), procedimentos específicos para:

- Buscar regularidades.
- Realizar agrupamentos de ideias, características, perspectivas teóricas, conceitos, relações;
- Balanço e organização de síntese de informações, a partir de eixos ou chaves de análise identificados nos agrupamentos;
- Construir quadros-síntese de informações – incluindo, aqui, a lista de checagem para planos de aula.

Estabelecido o desenho da pesquisa cabe agora a apresentação dos apoios teóricos da pesquisa.

2 APOIOS TEÓRICOS

2.1 Sobre o trabalho do Professor, o lugar do Conhecimento e o processo de Transposição Didática

Algumas profissões se definem com clareza e de maneira quase direta. Basta que se observe algumas das suas características e logo se apresenta a função de determinado ofício. No que se refere à docência, isso não se pode fazer com facilidade.

Segundo Roldão (2007), responder à questão – o que é um professor? – torna-se uma tarefa difícil devido à complexidade dos fatores envolvidos. Por outro lado, ressalta-se a importância de se elucidar a função docente, a despeito das dificuldades, pois disso depende o desenvolvimento, a afirmação e o impacto da prática docente sobre o modelo educacional em voga.

Referente à clarificação da natureza do conhecimento profissional docente, há duas vertentes predominantes e divergentes: uma relacionada à análise dos componentes e outra relacionada à valorização da prática profissional. Mas, para o estudo referido, a autora se concentrou nos aspectos que geram especificidade e distinguem o conhecimento profissional docente. Roldão (2007), portanto, destaca alguns tipos de conhecimentos específicos como definidores da profissão.

A atividade de ensinar foi praticada muito antes de se sistematizar um conjunto mínimo de conhecimentos a seu respeito. A profissão docente é uma atividade de difícil definição mediante uma gama de conhecimentos específicos. Qualquer definição passa, ainda hoje, pela tônica da praticidade. Sendo assim, um conhecimento profissional docente jamais poderia ser estabelecido – sob a pena de se incorrer em lamentáveis simplificações – fora da interface teoria-prática. A formalização de tal conhecimento identitário depende da consideração de múltiplos saberes (o que, como e a quem ensinar, considerando-se os recursos, condições e finalidades) formalizados teoricamente (nos campos científico, científico-didático e pedagógico) e que são integrados e contextualizados pela ideia “como ensinar aqui e agora”, que personifica a prática (ROLDÃO, 2007).

Decerto, a função docente não se poderia reduzir a um conjunto de técnicas, uma vez que tem origem numa construção histórico-social e está em constante evolução. Não se poderia defini-la, simplesmente, como ação de ensinar. A docência teria, então, as suas especificidades definidoras a serem desvendadas e enumeradas. Caracteres estes a serem considerados no desenvolvimento da profissão por serem capazes de produzir desenvolvimento e afirma-

ção profissional.

A fim de clarificar a natureza do profissional docente, Roldão (2007) propõe cinco geradores de especificidade: **(1)** Trata-se de **um processo de conhecimento transformativo** capaz de distinguir o conhecimento profissional docente onde várias valências são combinadas por lógicas conceitualmente incorporadoras. Não se trata de simples adição nem de simples integração. Assim, conhecimentos de várias naturezas sofrem transformações, ou seja, são modificados, durante uma ação transformadora. Este elemento do conhecimento profissional docente, portanto, é a capacidade de mútua incorporação, coerente e transformadora, de um conjunto de componentes de conhecimento apropriados com profundidade durante um processo transformativo; **(2)** A **capacidade analítica** figura entre os elementos considerados geradores de especificidade do conhecimento profissional docente. Peculiarmente, é um exercício que se opõe ao agir docente rotineiro. Converte-se em conhecimento profissional quando as duas potências envolvidas, o saber técnico e o saber criador (com forte componente de improvisação), são exercitadas mediante uma poderosa conceitualização que, por sua vez, sustente-se em conhecimentos sólidos capazes de permitirem a identificação de sentidos frente a uma situação enfrentada; **(3)** As **ações mobilizadoras**, ou seja, aquelas capazes de articular elementos de natureza diversa num todo complexo e as **ações interrogativas**, aquelas relacionadas ao questionamento permanente do conhecimento, constituem a terceira categoria de geradores de especificidade; **(4)** A **meta-análise** (sem que se suprimam, decerto, os contributos dos vários conhecimentos constituintes do saber docente – do conteúdo em si aos saberes pedagógico-didáticos) com a devida observância do distanciamento e da autocrítica; e **(5)** Por último, destacam-se como geradores, **a comunicabilidade e a circulação**, a característica mais afetada visto que componentes tácitas do conhecimento são ressaltadas, o que exige o emprego da meta-análise (sobretudo pelo seu aspecto de autocrítica) a fim de se converter essas componentes tácitas em conhecimento comunicável e circulante.

Conhecer a própria profissão é o que estabelece pleno desenvolvimento e afirmação profissional. Também do autoconhecimento profissional, da criticidade, presença reflexiva e do bem-estar docente no decorrer da sua prática, depende o aperfeiçoamento de todo o modelo educacional.

Assim, para a autora, é esse o lugar do conhecimento na definição da profissionalidade docente e no papel de mediação atribuído ao professor: “(...) fazer aprender alguma coisa (a que chamamos currículo, seja de que natureza for aquilo que se quer ver aprendido) a alguém (o acto de ensinar só se actualiza nesta segunda transitividade corporizada no destinatário da acção, sob pena de ser inexistente ou gratuita a alegada acção de ensinar)” (ROLDÃO,

2007, p.93).

A esse respeito, cabe ainda retomar aqui Chevallard (2013), uma vez que, enquanto introduz a teoria da transposição didática, aborda o conceito da **intenção didática**, um ponto de contato entre a ideia de conhecimento e o trabalho do professor.

Buscando definir a expressão “relação didática”, o autor explica a natureza ternária que sempre envolve as relações humanas onde o conhecimento inevitavelmente transita (professor – conhecimento – aluno). Ressalta que nem sempre o jogo envolvendo pessoas e conhecimento completa o processo ensino-aprendizagem. Para tanto, deve existir um contrato social entre quem sabe e quem quer e (ou) precisa aprender; é necessário, sobretudo, que haja uma intenção didática naquele que se propõe a ensinar, isto é, no docente e no processo de transposição didática que conduz em sala de aula – ou seja, transformar o conhecimento científico em conhecimento didaticamente assimilável.

A transposição didática tem, ainda, relação com um dos geradores de especificidades apresentados acima: o processo de conhecimento transformativo.

Assim, o conhecimento perfaz um trajeto transformador até chegar ao estudante. Caminho este que nunca é completo sem reduções, adições e ressignificações. Uma linha tortuosa que tem a produção científica numa ponta e, inevitavelmente, o professor na outra. Intermediando tal processo encontram-se as políticas educacionais, as diretrizes governamentais, as tendências teóricas da academia, os pendores e as crenças relacionadas à gestão, enfim, as forças que entregam para o docente o material a ser trabalhado em sala de aula. Trabalho este que, a seu tempo, constitui mais um esforço adaptador e ressignificador dos saberes disciplinares.

Segundo Gauthier et al (2006), a despeito de o professor se achar, muitas vezes, alheio à produção científica do conhecimento, campo de atuação dos pesquisadores, ele tem o papel de extrair o que realmente importa desses saberes disciplinares. O professor deve conhecer a estrutura da matéria a ser ensinada, a maneira como o conhecimento foi construído pelos cientistas e aperfeiçoado na linha do tempo, bem como as analogias, as metáforas e o melhor método para ensinar.

Chevallard (2013) alerta sobre a importância de se considerar este processo, a transposição didática. Para o autor, a maioria do conhecimento não é concebida para ser ensinada, mas para ser usada. Ensinar é, portanto, uma operação muitas vezes artificial. O caminho entre o conhecimento instrumental, concebido para ser utilitário, ferramental, e o conhecimento a ser ensinado e aprendido é o que o autor denomina *transposição didática do conhecimento*.

Aprofundando ainda mais a relação entre conhecimento, trabalho docente e educação

científica do aluno, cabe trazer aqui a contribuição de Young (2007) – autor que, para questionar o papel da escola e dos professores na difusão do conhecimento, apresenta dois termos a fim de tipificar o conhecimento dentro das relações socio-históricas: (1) o “conhecimento dos poderosos” e (2) o “conhecimento poderoso”.

Durante muitos anos, a distribuição do acesso a determinados tipos de conhecimento presenteou aqueles com maior poder na sociedade. Trata-se do “conhecimento dos poderosos”.

Um “conhecimento poderoso”, por sua vez, depende das disciplinas que ligam a aquisição de conhecimentos à produção desses mesmos conhecimentos, o que não acontece devido ao viés mediante o qual se vem fazendo a crítica e a revisão do modelo educacional. As sucessivas reformas têm considerado os estilos de aprendizagem e os interesses dos aprendizes, bem como os resultados mensuráveis e a adoção de um currículo relevante, porém ignoram ou marginalizam a questão do conhecimento. No lugar de um conhecimento poderoso, haveria assim um esvaziamento de conteúdos (YOUNG, 2011).

Para definir “conhecimento poderoso”, Young (2007) desenvolve e compara as ideias de *conhecimento dependente de contexto* e *conhecimento independente do contexto*. O primeiro, ligado à prática e ao procedimento, diz respeito à execução de tarefas específicas como reparar o defeito de um motor ou seguir o passo a passo descrito num manual sobre, por exemplo, regras de segurança num laboratório ou numa oficina. Já o conhecimento independente do contexto diz respeito aos valores gerais e universais; relacionam-se, assim, à capacidade de se fazer julgamentos. Portanto, o “conhecimento poderoso”, referido pelo autor, é o conhecimento independente do contexto; o tipo de conhecimento capaz de libertar o ser humano que o detém, mediante o seu nível de abstração.

Segundo o autor, é para isso que servem as escolas.

Quando, no título de seu artigo, Young (2007) questiona “*para que servem as escolas?*”, ele vai mostrar que, quando escola e professores falham no seu trabalho de educação científica, isso está ligado às tensões e conflitos de interesses da sociedade mais ampla. A esperada emancipação do ser humano decorrente da expansão da escolarização e da ampliação das oportunidades oferecidas aos alunos para aquisição do “conhecimento poderoso” não se concretiza. As fronteiras entre conhecimento escolar e não escolar se ampliam, aumentando a desconexão entre o currículo em ação nas escolas e o mundo dos alunos.

2.2 Os processos do pensamento e a construção do conhecimento numa abordagem de metodologias ativas

A citada desconexão entre o currículo e o mundo acontece numa ambiência sócio-cultural. Fator que nos levou a duas obras referenciais pertinentes.

Jean-Marc Lévy-Leblond, no capítulo “Cultura Científica: impossível e necessária”, do livro organizado por Carlos Vogt, em 2006, afirma que a Ciência não pode mais ser considerada de modo independente da sua História, o que não acontece com a Arte, a Filosofia e a Literatura. Vogt (2006) traz um compilado de textos acerca dos desafios da Cultura Científica.

Leodoro (2005) fez o diagnóstico de uma severa separação entre o conhecimento e o pensamento na educação científica. Aragão (2019) investigou o impacto de uma proposta curricular baseada em Experimentação Investigativa, Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade e História e Filosofia da Ciência numa turma de um curso de formação de docentes.

Já Vogt (2003) trata das relações entre a Cultura e as Ciências e constrói um modelo chamado Espiral da Cultura Científica. O compilado, publicado em livro, três anos depois, amplifica o debate sobre o tema que envolve os meios de comunicação e a escola.

A propósito, em relação aos processos didáticos, cujo âmbito é a sala de aula, encontramos Fusari (1998), que aborda o planejamento nas atividades educacionais e Raths et al (1977), que sistematiza as operações do pensamento. Em Grandi (2016), encontramos um exemplo interessante de sequência didática relacionada à construção do pensamento.

Aragão (2019) e Grandi (2016) surgiram durante o levantamento bibliográfico inicial. Também, naquela fase, encontramos trabalhos que denunciam a escassez do pensamento e da reflexão crítica durante os processos de ensino-aprendizagem em Ciências e Química.

Trigoni Jr. (2005), por exemplo, propôs a simulação de um projeto de pesquisa como sequência didática de uma aula de laboratório, o que ressoa com algumas das operações do pensamento elencadas por Raths et al (1977), o levantamento de hipóteses, a observação de dados, a organização de dados e a tomada de decisões, bem como Carmo (2005), que investigou como um ensino estruturado e preocupado com a construção do conhecimento permite níveis de abstração mais complexos, por parte dos alunos, em relação ao tema dissolução, ou seja, que também envolve operações do pensamento.

Em pleno acordo com tais demandas, o título “Ensinar a pensar” traz o referencial teórico acerca de determinadas características da construção do pensamento.

Raths et al (1977) propõem algumas formas de acentuar o pensamento nas atividades de ensino-aprendizagem. As operações de pensamento sugeridas — como uma lista que, se não abarca todas as operações possíveis, ainda assim é muito representativa — são as mais comuns e, também, as que não podem ser negligenciadas e que são encontradas tanto nas rotinas do jardim de infância como no dia-a-dia da universidade.

Processos mentais, que abarcam as operações de pensamento estudadas pelos autores, relacionam-se mais a uma distinção entre o homem e outras espécies do que em termos de idades entre humanos. A precocidade das atenções a tais processos, ou seja, a referida acentuação do pensamento dentro do aprendizado humano é importante, mas não obrigatória. Em qualquer nível, a acentuação do pensamento, imbricada nos recursos didáticos-pedagógicos, é impactante.

Entretanto, alunos precocemente apresentados aos processos do pensamento teriam uma visão experimental da vida já ao longo dos seus estudos. Estudantes que valorizariam a dúvida e que seriam corajosos diante dos problemas, o que funcionaria como uma alavanca para o aprendizado. Seu julgamento diante dos temas levaria a conclusões prévias, hipóteses, suposições, novas alternativas. Seriam estudantes responsivos a qualquer mudança. Exatamente o perfil que os problemas reais exigem.

Mas, exatamente, como é possível que a escola ofereça a oportunidade de pensar? Quais atividades de classe tendem a acentuar o pensamento? Sem a pretensão de esgotar as possibilidades, que são muitas, os autores enumeram quinze maneiras de não apenas fazer o aluno pensar, mas a aprender continuamente a pensar. O ponto interessante é que o elenco de processos quase descreve, literalmente, as etapas do método científico.

Os autores também ressaltam que, independentemente do nível de aprendizado, todos os alunos podem e precisam praticar continuamente as seguintes operações do pensamento: comparação; resumo; observação; classificação; interpretação; crítica; busca de suposições; imaginação; obtenção e organização de dados; hipóteses; aplicação de fatos e princípios a novas situações; decisão; planejamento de projetos ou pesquisas; codificação e decodificação de outros trabalhos.

Os autores comentam, antes de esmiuçarem cada uma das operações, que, em relação aos traços de comportamento ligados à ausência de pensamento, as doenças físicas e as instabilidades emocionais são capazes de gerar inúmeros motivos. Descartadas as doenças, o aspecto emocional precisa ser considerado quando o pensamento se mostrar deficiente.

Tais sintomas são: impulsividade, excessiva dependência com relação ao professor, incapacidade para concentrar-se, incapacidade para ver o significado, comportamento dogmá-

tico, rigidez ou inflexibilidade de comportamento, falta extrema de confiança no pensamento pessoal e falta de disposição para pensar. Verifica-se, diante da lista, que todas elas inibem ou impossibilitam uma ou várias das operações de pensamento. Como poderia, por exemplo, um aluno dependente do professor observar um fenômeno e produzir uma síntese do que viu, conservando as relações entre cada ideia e, da maneira mais simples possível, produzir sozinho um resumo? O que dizer, então, das interpretações e da criticidade?

O paralelo entre o professor e o médico, no que se refere a um diagnóstico periódico dos alunos, é interessante. A sensação do professor em relação ao nível de pensamento da classe é o que estabelecerá as direções a serem tomadas. Correções de rota precisam existir enquanto se caminha. Ajustes feitos dinamicamente na prática pedagógica.

A tarefa de acentuar o pensamento, nos termos propostos por Raths et al (1977), chama a atenção para a necessidade de um planejamento minucioso e sempre revisto, em vários níveis, do ensino.

Nessa mesma direção, Fusari (1998) sugere uma discussão acerca da forma e do conteúdo no processo de planejamento e elaboração do ensino. Alternativas para se alcançar a superação de dicotomias como a que existe entre o fazer e o pensar, tão influentes no dia-a-dia docente.

Para o autor, o preparo das aulas é um momento curricular imprescindível em que o professor reflete e critica as suas próprias práticas e, por conseguinte, reconhece a necessidade de supressões, adições e mudanças.

No que se refere ao ensino de Ciências, Grandi (2016) afirma que a apropriação do discurso científico, por estudantes, depende da estrutura da sequência didática empregada nas aulas o que, por conseguinte, depende de um cuidadoso plano de aula.

As chamadas metodologias ativas contemplam, na própria proposta, a acentuação do pensamento. Tais metodologias dependem de um planejamento cuidadoso. A intenção didática deve aparecer desde a (pré)concepção de uma aula. O professor que sente dificuldades em aplicar aulas mais interativas, em que o conhecimento é coproduzido entre ele e os alunos, certamente precisa dar uma especialíssima atenção ao planejamento.

Além dos aspectos puramente ligados à disciplina, todo assunto transversal, de importância cognitiva ou social, passa pelo planejamento. São temas cobrados por diretrizes e, invariavelmente, pedem aulas mais dinâmicas e interativas do que as do modelo tradicional. Questões acerca do meio ambiente são melhores tratadas e assimiladas em Química ou Física quando há o emprego de jogos, seminários e visitas de campo.

É preciso mencionar que, ao lado das estratégias que visam tornar os fenômenos mais próximos e o pensamento mais presente, a história da construção do conhecimento bem como a reflexão acerca desse caminho trilhado pelos cientistas são, também, excelentes ferramentas. Um olhar epistemológico portanto.

Nesta linha, encontramos alguma produção acadêmica. A exemplo do já citado Leonardo (2005), Forato (2009) investiga a aplicação da História e da Filosofia no ensino de Ciências; neste caso, a História e a Filosofia da Ciência.

Uma dissertação como a de Carmo (2005), que trata da construção de modelos explicativos do conceito de solução e da dissolução, é uma metodologia ativa sofisticada tendo em vista que a chegada aos constructos ou modelos tem sido necessária, desde meados do século passado, porque áreas como a Química e a Física atingiram fronteiras da matéria que só podem ser comunicadas na forma de complexas abstrações. No trabalho de construção de modelos, há muito do pensamento filosófico ainda que tais construções tenham que obedecer, em certo momento, às constatações do fenômeno no nível macroscópico.

Sendo assim, o plano de aula deve ser encarado como a garantia de que cada informação esteja localizada estrategicamente. O efeito pretendido, a intenção didática, por assim dizer, só existirá se cada provocação ao pensamento, à curiosidade, à indignação do aluno estiver bem colocada. Só assim, em paralelo a uma construção do conhecimento compartilhada como os aluno, é que a escola cumpre a sua dinâmica dentro de algo maior, que é a Cultura: que a escola impacta na economia e nos indicadores sociais.

Fusari (1998) afirma, por exemplo, que um ataque a problemas como a evasão, a retenção e a má qualidade do ensino pode lograr sucesso mediante o resgate do planejamento do ensino como uma atitude crítica do docente em relação ao seu trabalho. Como um

(...) esforço de buscar aclarar um pouco o nó da questão e estimular a recuperação do planejamento na prática social docente, como algo importante para a conquista da democratização do Ensino Público (FUSARI, 1998, p. 44).

Um planejamento capaz de contemplar as implicações da Ciência na sociedade passa, obrigatoriamente, por esse resgate. Bem como passa pela noção de que há, dentro e fora da escola, uma Cultura Científica que precisa ser identificada e vivenciada.

2.3 Cultura Científica e Alfabetização Científica

Na escola, o ensino de Ciências funciona como um elemento de seleção dos bons e de exclusão maus alunos, por isso, de acordo com Vogt (2006), a palavra “ciência” assusta a maioria dos cidadãos. Estes recordam fracassos escolares por incapacidade de compreensão ou de manipulação de conceitos.

A inserção das pessoas na Cultura Científica depende, portanto, da queda de inúmeros obstáculos. A maioria deles criada na própria escola — sejam relacionados à ausência do pensamento, conforme Leodoro (2005) adverte, ou ligados às possíveis deficiências trazidas pelos professores, da sua formação, acerca da alfabetização científica, de acordo com Aragão (2019).

Os autores aqui apresentados discutem a escola, bem como a Ciência na escola, como entidades pertencentes a algo maior: uma cultura da e para a Ciência. Mas o que seria, de fato, uma Cultura Científica?

Vogt (2003) afirma que, entre as inúmeras tentativas de designar a divulgação científica e a inserção na vida social de temas de Ciência e Tecnologia, melhor soa a expressão Cultura Científica. Sendo assim, o autor prefere o termo a outros como alfabetização científica (scientific literacy), popularização das ciências (*popularization of science*), percepção/compreensão pública da Ciência (*public understanding/awareness of science*) porque abarca todas essas ideias e traz, ainda, uma outra muito importante.

No arcabouço da expressão Cultura Científica, há espaço suficiente para que, digamos, a Ciência expanda-se socialmente.

Vogt (2003), assim explana sobre o amplo campo de significação do termo Cultura Científica, conveniente porque contém

(...) a ideia de que o processo que envolve o desenvolvimento científico é um processo cultural, quer seja ele considerado do ponto de vista de sua produção, de sua difusão entre pares ou na dinâmica social do ensino e da educação, ou ainda do ponto de vista da sua divulgação na sociedade como um todo, para o estabelecimento das relações críticas necessárias entre o cidadão e os valores culturais, de seu tempo e de sua História (VOGT, 2003, p. 1).

A presença crescente de temas científicos e tecnológicos na vida prática das pessoas afeta, inevitavelmente, as decisões no nível coletivo. Tendo isso em vista, Vogt (2003) faz o seguinte questionamento:

Como é possível realizar essa conquista [de um conhecimento mínimo acerca de Ciência e Tecnologia] sem estar envolvido diretamente no processo de produção, de difusão ou de ensino e aprendizado de Ciência? (VOGT, 2003, p. 1).

Do mesmo modo que a ficção, a poesia e a arte constituem o imaginário social e simbólico da realidade e dos sonhos do cidadão, ampliando, numa existência única e provisória, a multiplicidade de experiências que o indivíduo vive sem realmente vivê-las, deve se dar com a Ciência e a Tecnologia mediante a divulgação científica.

No seu artigo *A Espiral da Cultura Científica*, o autor explora, inicialmente, algumas definições de Cultura.

Fernando de Azevedo (numa distinção entre Cultura e Civilização emprestada de Humboldt), salienta que a Cultura é uma espécie de vontade schopenhaueriana da sociedade em preservar a sua existência e assegurar o seu progresso, atendendo não apenas a satisfação das exigências de sua vida material, mas sobretudo e principalmente de suas necessidades espirituais. Cultura é a expressão mais alta e mais pura de Civilização. Tal definição está no clássico de Azevedo “A Cultura Brasileira” de 1943 e é citada por Vogt (2003, p. 1).

Outro autor citado no artigo de Vogt (2003, p. 1), a fim de definir a Cultura, é C. P. Snow na sua conferência “As Duas Culturas”. Em 1959 Snow estabeleceu as diferenças entre a Cultura voltada para as Ciências e a Cultura que se refere às Artes, que ele chama de Humanística.

Vogt também se refere a Leopold de Meis e o seu “Ciência e Educação: O Conflito Humano-Tecnológico” em que há inúmeras discordâncias à dicotomia lançada por Snow. Assim, concordando com Meis, o autor apresenta as contrargUMENTAÇÕES de um literato e dois cientistas: John Burroughs, Max Planck e Einstein, que reiteram a existência de equivalências processuais e do uso da imaginação criativa tanto nas Artes como nas Ciências (VOGT, 2003, p. 1).

Toda a Ciência reside na Cultura Científica na Cultura nos termos de Fernando de Azevedo. O termo abrange a ideia de que o processo da produção científica, a Ciência dos cientistas, é um processo tão cultural quanto a música feita pelos músicos.

Vogt (2003) chama a atenção para as diferenças entre as Artes e as Ciências, mas destaca o que há de semelhante, o que constitui uma profunda finalidade: a criação e a geração de conhecimento. A Ciência cria mediante a experiência e a demonstração lógica. A Arte cria pela sensibilização de conceitos como metáforas e pela vivência. Porém, a despeito dos meios, o fim de ambas é um novo conhecimento.

Há três possibilidades que a estrutura linguística da expressão Cultura Científica pode oferecer.

A primeira trata-se da “Cultura da Ciência”, que pode ser desmembrada semanticamente em (a) cultura gerada pela Ciência e (b) cultura própria da Ciência.

A “Cultura pela Ciência”, que assim se desmembra: (a) cultura por meio da Ciência e (b) cultura a favor da Ciência.

Temos, ainda, a “Cultura para a Ciência”, que gera (a) cultura voltada para a produção da Ciência e (b) cultura voltada para a socialização da Ciência. O item (a) seria, portanto, a difusão científica e a formação de pesquisadores e de novos cientistas. O item (b) seria a parte do processo de educação não contida em (a): a educação que ocorre no Ensino Médio ou nos cursos de graduação e pós-graduação, bem como nos museus e na divulgação (revistas, jornais, palestras, etc.) mais ampla que envolve a sociedade.

Há, portanto, uma complexidade semântica sobre o termo Cultura Científica devido exatamente às características também complexas da nossa atual sociedade do conhecimento. As distinções que Vogt apresenta no seu artigo, no entanto, ajudam na construção de um panorama das múltiplas formas como, hoje, os indivíduos interagem com os temas relacionados às Ciências e à Tecnologia. O autor admite que o seu intento, naturalmente, não esgota o assunto.

2.3.1 A Espiral da Cultura Científica e a interdependência entre a Ciência e a Sociedade do Conhecimento

O modelo de espiral, proposto por Vogt (2003), pretende representar a dinâmica constitutiva das relações próprias e necessárias entre Ciências e cultura. A Espiral da Cultura Científica é, portanto, uma forma de melhor compreender a Cultura Científica.



Figura 1: A Espiral da Cultura Científica. Fonte: Vogt (2003), p. 1

O desenho da espiral significa que em cada volta através dos quadrantes, no caso de não haver rupturas, há um aumento da espiral, que inicia sempre num ponto novo a cada quadrante.

O primeiro quadrante é o da produção científica e o da difusão do conhecimento de cientistas para cientistas através de congressos e revistas científicas (há que as distinguir, aqui, das revistas direcionadas aos leigos, que fazem apenas divulgação), por exemplo, numa universidade.

O segundo é o quadrante do ensino da Ciência e da formação de cientistas, que também ocorre nas Universidades, no Ensino Médio e Fundamental e nas pós-graduações. Os destinadores são professores e cientistas e os destinatários, os estudantes. A formação dos professores situa-se aqui.

No terceiro quadrante, cientistas, professores e diretores de museus são os destinadores e os destinatários são, de novo, os estudantes. Os locais são Universidades, museus, escolas, feiras de Ciências.

No quarto quadrante, os destinatários são a sociedade organizada e os cidadãos enquanto os destinadores são os jornalistas e os cientistas, o que ocorre nas revistas de divulgação científica (distintas daquelas revistas anteriormente citadas, as revistas científicas, destinadas à comunidade científica) e outras mídias. Este é o quadrante da divulgação científica.

A alfabetização científica, sendo a fase inicial da formação de cientistas (o que seria perfeito: na formação inicial do cidadão), surge no segundo quadrante da espiral de Vogt e pode ser reforçada no terceiro quadrante (do ensino para a Ciência; ex.: visitas a museus e feiras de Ciências) e no quarto (divulgação científica; ex.: leituras dirigidas, feitas na escola, de revistas, jornais, livros, etc., que façam a divulgação científica).

Na Espiral da Cultura Científica, há um questionamento sobre a barreira supostamente instalada entre a sociedade e o conhecimento que, para nós, sugere impactos, também, no famigerado isolamento escolar. Tal barreira, porque o conhecimento estrutura as nossas relações de trabalho, e constitui, ainda, uma riqueza, é fatalmente nociva para uma sociedade presa pelas mais terríveis desigualdades. O tesouro do conhecimento é o que determina os valores culturais e éticos na sociedade.

A distinção, de cunho positivista, entre o fazer próprio da Ciência e tudo o que rodeia tal fazer e a ele seria secundário começa a enfraquecer. Há um constante interesse, da parte dos cientistas a respeito da percepção pública da Ciência. Trabalhos acadêmicos acerca de visitas a museus de Ciências, indicadores, questionários, levantamentos sobre a presença dos te-

mas Ciências e Tecnologia na mídia, enfim, o fazer científico já se debruça nas questões que concebem o seu próprio impacto a sociedade e o impacto desta sobre a Ciência.

Até que ponto a sociedade pode ignorar um dos seus alicerces, o conhecimento, sem que ocorram sérias crises? – pergunta Vogt (2003) num mundo anterior aos movimentos terraplanista e antivacinas; no mundo (pré)pandêmico da primeira década do Século XXI.

Na verdade, crises assim (e já podemos incluir a crise sanitária mundial iniciada em 2020) afetariam a própria Ciência. Isso porque existe, não uma dependência, mas uma interdependência irreversível entre a Ciência e a sociedade do conhecimento.

Voltamos aqui à questão central, norteadora da pesquisa aqui relatada: *o que revelam os resultados das pesquisas sobre as relações, dentro de uma perspectiva da cultura científica, entre as dificuldades enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem de Ciências, no ensino fundamental e de Química, no ensino médio, e os níveis de alfabetização científica de educandos e professores?* – foco específico da Secção 3, a seguir.

3. O QUE DIZEM OS ESTUDOS ACADÊMICOS

São apresentadas aqui os dados decorrentes do levantamento bibliográfico realizado para mapear o que dizem as pesquisas sobre as dificuldades enfrentadas por alunos e professores para o ensino de Ciências (Ensino Fundamental) e de Química (Ensino Médio), bem como as implicações dos níveis de alfabetização científica de educandos e docentes ao longo de um processo de ensino-aprendizagem que se dá inserido numa Cultura Científica.

Tal levantamento permitiu fundamentar e evidenciar as mudanças que estão ocorrendo no currículo, na formação e na atuação do professor e também nas estratégias de ensino e aprendizagem utilizadas nos dias atuais.

Foram selecionadas, 20 teses e 23 dissertações defendidas no Brasil, no período de 2010 a 2019, disponíveis na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD, usando-se como descritores as seguintes palavras-chave: *educação científica / formação científica / alfabetização científica / cultura científica / transposição didática* – relacionadas ao ensino das Ciências (ver a relação completa, em ordem alfabética por autor, das pesquisas selecionadas no **Apêndice 2**).

A seleção das pesquisas envolveu o processo de leitura dos títulos e resumos para a inserção e exclusão das teses e dissertações e, em segundo momento, foram realizadas as leituras na íntegra das teses e dissertações selecionadas, com auxílio do Roteiro construído para essa finalidade (**Apêndice 1**).

As sínteses dessas leituras encontram-se reunidas no **Apêndice 3**.

Após a conclusão dessas etapas, os dados dessas leituras foram agrupados em tabelas, apresentadas a seguir, para caracterização das pesquisas e do que dizem sobre as dificuldades enfrentadas por alunos e professores para o ensino de Ciências (Ensino Fundamental) e de Química (Ensino Médio), bem como as implicações dos níveis de alfabetização científica de educandos e docentes, considerando-se que todo esse processo de ensino-aprendizagem se dá inserido numa Cultura Científica.

3.1. Caracterização das pesquisas

Para caracterização das pesquisas tomou-se como base os dados reunidos por meio do Roteiro para leitura das Teses e Dissertações:

- a) Data / Local / Área de origem das pesquisas
- b) Questões / Temas investigados
- c) Contexto das pesquisas (fontes / sujeitos investigados)
- d) Procedimentos metodológicos
- e) Principais resultados

As Tabelas 1 a 3, apresentadas a seguir, reúnem essas informações.

Tabela 1: De onde falam os pesquisadores: Data / Local / Área de origem das pesquisas

Aspectos	Teses	Dissertações
Data: 2000 a 2004	00	02
2005 a 2009	06	08
2010 a 2014	02	08
2015 a 2019	12	05
Local: USP / SP	19	20
USP / Ribeirão Preto	01	01
USP / Lorena	00	01
UNIOESTE / Pr	00	01
Área: Educação	11	05
Ensino Química	04	11
Ensino Física	02	01
Química	02	01
Biologia Comparada	01	00
Ensino de Biologia	00	01
Bioquímica	00	01
Psicologia	00	01
Projetos Educ. Ciências	00	01
Sociedade. Estado. Educação	00	01

A maioria das pesquisas selecionadas datam do período entre 2005 e 2019. Em relação às dissertações há uma distribuição entre as áreas, constando até mesmo a Psicologia. Quanto às datas, as dissertações também se distribuem mais, entre 2000 e 2019. Tanto no que se refere às teses como às dissertações, a USP/SP é a origem da maioria dos trabalhos.

No que se refere à Área do Conhecimento constata-se que são pesquisas que se originam principalmente nas áreas de Educação e de Ensino de Química, Física e Biologia.

E para quais temáticas se voltam as pesquisas analisadas?

Quais contextos, fontes e sujeitos interrogam?

De que forma?

A Tabela 2, a seguir, reúne tais dados.

Tabela 2: De que falam e como são as pesquisas selecionadas

ASPECTOS	TESES	DISSERTAÇÕES
Temáticas trabalhadas:		
Trabalho do professor / Práticas didáticas / recursos para o ensino e relações com a aprendizagem de conceitos científicos: interdisciplinaridade / sequências didáticas / aprendizagem significativa / relações colaborativas / aulas dialogadas / linha do tempo na produção dos conceitos científicos	11	13
Formação inicial e continuada de professores de Ciências para educação / alfabetização científica	06	02
Conhecimento da História e Filosofia das Ciências no Educação / Formação / Alfabetização científica / Cultura científica	05	03
Relações entre Cultura escolar / Cultura científica / Comunidade local / Sociedade	03	01
Influência de vestibulares e produção acadêmica no Currículo / livros didáticos / e documentos oficiais para o ensino de Ciências	00	03
Contexto / fontes / sujeitos:		
Ensino Fundamental I e II / Professores e alunos	07	10
Ensino Superior / Licenciados e Formadores (Humanidades / Ciências Naturais / Física / Bioquímica / Química)	04	05
Ensino Médio / Professores e alunos (Química / Física / Biologia)	03	09
Cursos de Formação continuada / Professores e Formadores	02	02
Análise de pesquisas sobre ensino de Ciências	01	00
Análise de Estudos de caso	01	00
Análise de livros didáticos / livros de divulgação científica / documentos oficiais	01	04
Elaboração e análise de projetos de divulgação científica	01	00
Procedimentos metodológicos:		
Entrevistas / relatos orais / reflexões	08	10
Análise documental (plano de aulas / proposta de curso / relatos educativos / registros de aulas / textos alunos / avaliação / relatórios)	07	08
Gravações em áudio e vídeo	04	01
Diário de bordo / notas de campo / Observação	04	02
Grupos colaborativos / oficinas / cursos / encontros / interações discursivas / elaboração de atividades / projetos	04	07
Questionário	02	02
Análise de livros didáticos	01	01
Estudo experimental (pré e pós-teste) / sondagem diagnóstica / experimentos	01	05
Análise de casos	01	00
Estudo / pesquisa bibliográfica	01	03
Estudo de caso	01	01

Obs: Os totais não correspondem necessariamente ao número de Teses (20) e Dissertações (23) analisadas, mas ao número de vezes que cada aspecto foi identificado na leitura das pesquisas.

Os **assuntos ou temáticas** mais frequentes, tanto nas teses como nas dissertações, 11 e 13 respectivamente, estão relacionados com os temas didático-pedagógicos e à formação de professores, 4 e 5.

O interesse pelas metodologias ativas encontra coerência nos dados, com um número significativo, entre os trabalhos, nessa direção. A preocupação com temas como interdisciplinaridade, aprendizagem significativa e o uso da linha do tempo na produção dos conceitos científicos é positiva, bem como o surgimento, em segundo lugar, da formação continuada de professores, muito embora o número seja pequeno, 6 teses e 2 dissertações sobre o tema.

Ainda no que se refere à temática, as relações entre a escola e a Cultura aparecem em 3 teses e 1 dissertação.

Em relação aos **sujeitos, às fontes e ao contexto**, os trabalhos são, na sua maioria, relacionados ao Ensino Fundamental nas suas fases I e II (7 vezes para teses e 10 vezes para dissertações), ao Ensino Médio (3 teses e 9 dissertações) e também ao Ensino Superior (4 teses e 5 dissertações). Portanto, as séries em que ainda se constrói uma noção de Ciências têm sido estudadas em maior número do que o Ensino Médio, o nível onde o conhecimento científico é aprofundado e fundamenta o ingresso nas universidades.

As concepções de autores como Roldão (2007) e Young (2011), respectivamente, acerca de uma identidade profissional docente e de um *conhecimento poderoso*, ressaltam, aqui, a relevância dos itens que encabeçam a Tabela 2, no que se refere às temáticas trabalhadas.

No caso de Roldão (2007), que propõe a impressão digital do fazer docente, isto é, os cinco geradores de especificidade profissionais, há uma relação direta com as temáticas trabalho do professor, práticas didáticas e aprendizado significativo por exemplo. Afinal, a função docente é uma construção histórico-social que não pode ser negligenciada seja na formação do professor, na sua prática e nas reflexões e ajustes diuturnos sobre a sua prática.

Também, o tipo de conhecimento capaz de libertar o ser humano relaciona-se aos itens mais relevantes do rol. Da mesma forma, inclui-se a relação entre a temática da educação continuada de docentes — em reavivamentos periódicos da identidade profissional através daqueles cinco geradores de especificidade bem como por meio das propostas de Young (2011) sobre os papéis dos professores e da escola em relação ao *conhecimento poderoso*. Valores, portanto, que dependem de um processo de reflexão constante e, por isso, encontram-se tão relacionados à educação continuada.

E como se caracterizam as pesquisas quanto aos **procedimentos metodológicos**? Na Tabela 2 os dados revelam que, as entrevistas, os relatos orais, as reflexões (8 teses e 10 dissertações) e a análise de documentos produzidos para e na escola (7 teses e 8 dissertações)

são os mais citados. Além disso, aparecem também, de forma expressiva, estudos de natureza experimental ou sondagem diagnóstica, grupos colaborativos / oficinas / cursos / encontros / interações discursivas / elaboração de atividades / projetos, bem como a observação de práticas e cotidiano escolar.

Assim, também em relação à forma as pesquisas sobre essa temática se comprometem com a relação estreita com os sujeitos e com a importância da difusão do *conhecimento poderoso* – é que também revelam os dados da Tabela 3, apresentada a seguir.

Tabela 3: Principais ideias / resultados encontrados

IDEIAS / RESULTADOS	TESES	DISSERTAÇÕES
Importância, no ensino aprendizagem da cultura/formação/alfabetização científica, de:		
- Metodologias ativas / recursos alternativos: mapas conceituais / gráficos / ilustrações problematização didática / produção escrita / vídeos / projetos / grupos / textos de divulgação científica / modelos didáticos / participação ativa dos alunos / experiências / observações / metodologias colaborativas e de pesquisa	07	06
- Educação dialógica e humanística: diálogo em sala / discussão oral / momentos de fala e escrita do aluno / diálogo com produção acadêmica / grupos colaborativos / processo reflexivo / superar visão e prática antagônicas / produção acadêmica migra para documentos oficiais e práticas pedagógicas / transposição didática	06	06
- Inserir unidades curriculares sobre: práticas e normas da cultura científica / alfabetização científica / história e filosofia das ciências / evolução do ensino das ciências / interdisciplinaridade / papel do erro na construção do conhecimento científico e escolar	05	05
- Investir na formação inicial e continuada dos professores em relação à promoção de: formação / educação / letramento / alfabetização científica / evolução conceitual gradativa dos alunos / orientação aos professores / superar noções imprecisas / superar dificuldade de mudanças na prática / superar práticas de memorização / superar dificuldade para transpor linguagem científica para linguagem escolar	05	07
- Importância das ações e função mediadora do professor / formador	02	04
- Relação / integração entre as culturas: científica, da escola, da comunidade local e cenário sociocultural / superar oscilação dos alunos entre conceitos científicos e senso comum / interação entre campos de conhecimento e sociedade	02	05
TOTAL	27	33

Obs: Os totais não correspondem necessariamente ao número de Teses (20) e Dissertações (23) analisadas, mas ao número de vezes que cada aspecto foi identificado na leitura das pesquisas.

A Tabela 3 reúne os dados coletados em 06 grupos relativos a aspectos considerados importantes no processo de ensino-aprendizagem da cultura / formação / alfabetização científica – todos significativamente valorizados nas pesquisas:

- 1. Metodologias ativas e recursos alternativos, - Educação dialógica e humanística:** diálogo em sala / discussão oral / momentos de fala e escrita do aluno / diálogo com produção acadêmica / grupos colaborativos / processo reflexivo / superar visão e prática antagônicas / produção

acadêmica migra para documentos oficiais e práticas pedagógicas / transposição didática (13 vezes mencionados: 7 teses e 6 dissertações);

2. **Educação dialógica e humanística:** diálogo em sala / discussão oral / momentos de fala e escrita do aluno / diálogo com produção acadêmica / grupos colaborativos / processo reflexivo / superar visão e prática antagônicas / produção acadêmica migra para documentos oficiais e práticas pedagógicas / transposição didática (12 vezes mencionados: 6 teses e 6 dissertações);
3. **Inserir unidades curriculares sobre:** práticas e normas da cultura científica / alfabetização científica / história e filosofia das ciências / evolução do ensino das ciências / interdisciplinaridade / papel do erro na construção do conhecimento científico e escolar (10 vezes mencionados: 5 teses e 5 dissertações);
4. **Investir na formação inicial e continuada dos professores em relação à promoção de:** formação / educação / letramento / alfabetização científica / evolução conceitual gradativa dos alunos / orientação aos professores / superar noções imprecisas / superar dificuldade de mudanças na prática / superar práticas de memorização / superar dificuldade para transpor linguagem científica para linguagem escolar (12 vezes mencionados: 5 teses e 7 dissertações);
5. **Ações e função mediadora do professor / formador** (6 vezes mencionados: 2 teses e 4 dissertações);
6. **Relação / integração entre as culturas:** científica, da escola, da comunidade local e cenário sociocultural / superar oscilação dos alunos entre conceitos científicos e senso comum / interação entre campos de conhecimento e sociedade (7 vezes mencionados: 2 teses e 5 dissertações).

As relações entre a escola e o mundo, a cultura, a sociedade e ideias correlatas aparecem valorizadas nos dados encontrados. É interessante a constatação de que as metodologias ativas, ou seja, a busca por uma fuga em relação às aulas expositivas em que o pensamento dos alunos é menos acentuado, aparece em primeiro lugar. Além disso, a ideia de metodologias colaborativas, que obviamente trabalham a associação de indivíduos e o cooperativismo, valores importantes para a socialização, está ligada a este item, o que é interessante ressaltar.

Tal movimento vem de encontro com as propostas de Vogt (2003) na sua Espiral da Cultura Científica.

Destacam-se ainda os dados relativos aos trabalhos acerca da superação das dificuldades de reconhecer o que é científico e o que é senso comum, ainda que sejam menos citados – o que pode indicar a necessidade de novas produções acadêmicas em relação ao tema. Principalmente, no que se refere às articulações entre escolas, universidades e demais setores da sociedade naquilo o que Vogt (2003) estrutura.

Da mesma forma, as referências à formação inicial e continuada dos professores e à mediação docente ocupam uma posição inferior ao número de teses e dissertações voltadas às metodologias ativas, às práticas dialógicas e às preocupações com a alfabetização científica. Os conceitos de conhecimento podesoso, proposto por Young (2011), e da identidade históri-

co-social da função docente pesam, proposta por Roldão (2007) também, na comparação destes dados.

As peças articuláveis da Cultura Científica (as instituições, os agentes e os diversos setores da sociedade), definidas por Vogt (2003), ao lado das ideias sobre a transposição didática e as relações entre o trabalho docente e o conhecimento, propostas por Chevallard (2013), colocam o professor como um supermediador no que se refere à educação em Ciências. Chamam a atenção, portanto, a presença de atividades que simulam uma pesquisa científica e que envolvem alunos e professores na busca das respostas. Um exemplo de sequência didática, dentro das metodologias ativas, que obriga naturalmente o docente a se confrontar com o fazer e com a coisa a ser feita, o que vem de encontro à intenção didática proposta por Chevallard (2011).

Por este motivo, incluímos descritores que proporcionassem algo dos atuais posicionamentos do fazer docente neste caldo que é a Cultura Científica, que banha a sociedade e, inevitavelmente, a escola. Na Tabela 3, nos 43 trabalhos analisados, os temas formação dos professores e educação continuada aparecem em 12 deles (7 vezes em teses e 5 vezes em dissertações).

4. LISTA DE CHECAGEM COMO PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Já indicamos na Introdução que, neste trabalho, pretendemos sugerir uma intervenção mínima, na forma de uma lista de checagem, com o objetivo de dotar as aulas de Ciências e Química de algo da construção do conhecimento. Trata-se de chamar o docente para um mínimo de reflexão epistemológica no momento em que planeja a sua aula.

São itens que emergem da leitura das pesquisas analisadas, como soluções que, como já disse, ao lado da narratividade do conhecimento científico, possam constituir uma espécie de lista de checagem ou guia para o planejamento de aulas de Ciências e Química, ao longo da escolaridade básica.

Em suma, trata-se de tentativa de oferecer ferramentas, além de, por exemplo, as abordagens da História da Ciência e da Filosofia da Ciência, para a superação de dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de Ciências e Química.

Lista de checagem

I A fim de submeter o plano de aula à lista de checagem, é necessário ter o (s) objetivo (s) da aula e os recursos determinados para alcançá-lo (s) bem claros. Uma forma de se produzir tal clareza é redigir os objetivos numa única sentença e enumerar os elementos. Então, sintetize o (s) objetivo (s) da aula bem como enumere os elementos constituintes dos “recursos” que conduzem aos objetivos.

Objetivo (s): (...)

Elementos: (...)

II Submeta o plano de aula à lista de checagem a seguir. Marque “apenas” os itens presentes.

1 () O (s) objetivo (s) da aula está (ão) claro (s).

2 () Os elementos conduzem ao (s) objetivo (s) e nenhum deles destoa no conjunto.

3 () Os elementos que conduzem ao (s) objetivo (s) estão claros.

4 () A “clareza” dos tais elementos permite observar um encadeamento lógico.

5 () Os elementos que conduzem ao (s) objetivo (s) oferecem intuitivamente uma sequência.

- 6 () A sequência tem ou pode assumir características de uma narrativa (começo, meio e fim).
- 7 () A sequência ou parte dela permite que se mova para a frente e para trás (análise e síntese), o que reforça elementos ou etapas decisivas para o alcance dos objetivos.
- 8 () Os elementos “narram” o caminho da construção de pelo menos 1 dos conhecimentos envolvidos na aula.
- 9 () Pelo menos 1 (um) dos elementos dá a chance de os alunos elaborarem suas próprias questões e responderem às tais perguntas de forma independente.
- 10 () Há pelo menos 1 elemento que relaciona o tema abordado e a realidade dos estudantes.

Um pouco sobre a aplicação da lista de checagem

No **Apêndice 4**, apresentamos um plano de aula sobre o tema solubilidade e temperatura. Consideramos aquele um planejamento que determinado professor tenha elaborado para uma aula a ser ministrada no 4º ano do Ensino Fundamental. O plano será, então, submetido à checagem proposta a fim de que se demonstre algumas análises e modificações possíveis. A seguir, alguns comentários dispostos na ordem dos itens da lista de checagem:

(I) Depois de reler os objetivos, faz-se uma simplificação e uma reescrita. Os objetivos devem construir uma única frase. Os elementos devem apenas ser enumerados (para além dos objetivos, trata-se dos componentes básicos de um plano de aula, tais como, a justificativa, os conteúdos envolvidos, os recursos, as estratégias, os procedimentos e etc.)

Objetivo (s): Compreender a relação entre a temperatura da água e a velocidade com que um material se dissolve.

Elementos: Justificativa, conteúdos envolvidos, estratégias e procedimentos (O intuito, aqui, é checar a presença desses elementos importantes.)

(II) Depois de reescrever de forma mais simplificada o objetivo da aula e repensar os termos usados (temperatura, movimento, energia), o professor poderá marcando cada item como “consta” (✓) ou como “não consta” () enquanto avalia detidamente o seu plano. Dispondo-se de tempo, um registro mais aprofundado da reflexão pode ser feito mediante anotações rápidas. Considerações ricas ocorrem no processo e poderão ser resgatadas durante o trabalho de

autoanálise do trabalho docente, que deve ser contínuo e necessita de um registro constante e organizado.

1 () O(s) objetivo(s) da aula está(ão) claro(s). Neste caso, o objetivo pode ser “melhorado” com o uso do termo “movimento das moléculas” no lugar de movimento de um sistema. Por exemplo: “Compreender a relação entre temperatura e o movimento das moléculas envolvidas na solução (energia do sistema). Identificar misturas na vida diária com base em suas propriedades físicas observáveis e reconhecer a sua composição (habilidade da Base Nacional Comum Curricular). Introduzir os conceitos de solvente e soluto.”

Desse modo, a avaliação do plano se constrói segundo alguns valores levantados nas nossas considerações. Os itens 2 e 3, por exemplo, estão ligados à coerência entre os objetivos e a constituição do plano em elaboração.

A partir dos itens como o 4 e o 5, introduzem-se as ideias de ordenação e sequência, que devem se apresentar de modo intuitivo para os alunos (o próprio movimento de passo-a-passo de uma aula prática) bem como a noção de que o caminho trilhado na construção pode ser percorrido inversamente na desconstrução. As operações de análise e de síntese podem, assim, serem assentadas na avaliação do plano.

Munido de um registro simples e rápido, feito a partir da reflexão realizada, o professor pode voltar ao plano, anotar, complementar, suprimir. O fato de se marcar um item e deixar outro sem marcar, bem ao lado, já é capaz de despertar novos pontos de vista acerca da aula, como no exemplo a seguir:

9 () Pelo menos 1 (um) dos elementos dá a chance de os alunos elaborarem suas próprias questões e responderem às tais perguntas de forma independente.

10 (✓) Há pelo menos 1 elemento que relaciona o tema abordado e a realidade dos estudantes.

A inclusão de uma única ideia capaz de estimular os alunos à elaboração de novas questões, por eles mesmos, poderia não ocorrer se o plano fosse aplicado sem a breve análise proposta na forma da lista de checagem. Sendo assim, uma lista de checagem como esta caracteriza um instrumento útil no cuidado de refinar o esforço de autoanálise permanente. A tão discutida reflexão contínua sobre o fazer docente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Saber da maneira como o conhecimento científico é construído é, entre outras particularidades, um dos definidores da profissão docente. No processo da transposição didática, relacionada a um dos geradores de especificidade da profissão (CHAVALLARD, 2013; ROLDÃO, 2007), o olhar sobre o processo de construção do conhecimento é chamado de *conhecimento transformativo*. Sendo assim, temos o próprio Método Científico como elemento definidor da profissão docente.

As etapas da construção do conhecimento são, para o docente, a um só tempo, o sujeito e o objeto, a ferramenta e o risco na pedra, o fazer e a coisa a ser feita. Por isso, a experimentação constante, os instrumentos de análise e a verificação de dados anteriores, contraditórios, devem fazer parte do trabalho docente: planos de aula, resultados de testes, relatórios acerca do desenvolvimento discente relacionados a cada assunto. A prática docente, enfim, com criticidade e autorregulação constantes. Metodologias que sejam dinâmicas desde o planejamento, passando pela avaliação, até que se façam os ajustes sempre necessários. Metodologias que sejam dinâmicas, mas não apenas durante a sua aplicação.

A Tabela 2 revela, a propósito, o número de vezes que as metodologias dinâmicas aparecem em teses e dissertações, 11 e 13, respectivamente. Entre as temáticas, é aquela que encabeça o número de citações e seus desdobramentos. As metodologias ativas, perfeitamente, dominam o ideário atual dos professores e gestores acerca do que seria o melhor a substituir o velho modelo, expositivo e com pouca acentuação do pensamento. Porém, conforme refletido no parágrafo anterior, há todo um arcabouço, uma anterioridade e uma posterioridade, que impacta o momento da aplicação de metodologias ativas e o aprendizado. Processo este que, transformado em problema a ser elucidado, merece maior atenção da academia, ainda mais por ser um aspecto que toca os temas da transposição didática e das relações entre a Metodologia Científica (ensinada e aplicada ao ensino) como especificidade da profissão docente.

Após toda essa trajetória, levantamento bibliográfico, pesquisa da produção acadêmica e considerações acerca da macroestrutura em que o ensino e o aprendizado se desenvolvem, a Cultura e, dentro desta, a Cultura Científica, a relação do professor com sua *praxis* no que ela tem de mais tradicional e o Método Científico parece-nos fulcral. É — conforme o raciocínio desenvolvido acima — a construção de uma mentalidade dinâmica sobre um processo, que deve ser igualmente dinâmico, onde reside um dos pontos mais melindrosos, a serem atacados, no que se refere à alfabetização científica e, mesmo, à educação como um todo — a

acentuação do pensamento científico na escola – que é diretamente alcançada com a apresentação das etapas da construção de determinado conhecimento, tarefa esta a que se adaptam melhor as metodologias ativas.

Assim, os resultados parecem confirmar a hipótese de que as dificuldades apontadas pelas pesquisas no processo de ensino e aprendizagem de Ciências e Química acabam por revelar, tanto as dificuldades e lacunas de formação dos alunos ao longo da escolaridade básica, quanto as lacunas de formação dos professores – o que tem levado à fragilidade da formação científica de ambos os sujeitos do processo ensino-aprendizagem de Ciências (no ensino fundamental) e de Química (no ensino médio). São fragilidades que resultam num saber escolar desconectado dos processos através dos quais o conhecimento é construído e num processo de ensino-aprendizagem desconectado das Ciências.

REFERÊNCIAS

ADORNO, T. L. W.; HORKHEIMER, M. **Dilética do Esclarecimento**: fragmentos filosóficos. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1997.

ARAGÃO, S. B. C. **Alfabetização científica**: concepções de futuros professores de química. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/D.81.2014.tde-14102015-151323. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-14102015-151323/publico/Susan_Bruna_Carneiro_Aragao.pdf>. Acesso em: 30-04-2019.

_____, S. B. C. **A Alfabetização Científica na formação inicial de professores de Ciências**: análise de uma Unidade Curricular planejada nessa perspectiva. 2019. Tese (Doutorado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. doi:10.11606/T.81.2019.tde-10062019-115702. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-10062019-115702/pt-br.php>> Acesso em: 12-10-2020.

BRASIL. MEC. Instituto nacional de estudos e pesquisas educacionais Anísio Teixeira (INEP). Sinopse Estatística da Educação Superior 2013. Brasília: Inep, 2013. Disponível em: <<http://inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>>. Acesso em 01-05-2019.

_____. MEC. Instituto nacional de estudos e pesquisas educacionais Anísio Teixeira (INEP). Sinopse Estatística da Educação Superior 2017. Brasília: Inep, 2018. Disponível em: <<http://inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>>. Acesso em 01-05-2019.

CARMO, M. P. do. **Um estudo sobre a evolução conceitual dos estudantes na construção de modelos explicativos relativos a conceitos de solução e o processo de dissolução**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. doi:10.11606/D.81.2005.tde-05112015-104839. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-05112015-104839/publico/Miriam_Possar_do_Carmo.pdf>. Acesso em: 30-04-2019.

CHAVALLARD, Y. Sobre a teoria da transposição didática: algumas considerações introdutórias. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Rio de Janeiro, v.3, n.2, p. 1-14, maio/agosto de 2013. Disponível em <<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/2338/1111>> Acessado em: 23-10-2019.

COMMELIN, P. **Mitologia Grega e Romana**. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

FORATO, T. C. de M. **A natureza da ciência como saber escolar**: um estudo de caso a partir da história da luz. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/T.48.2009.tde-24092009-130728. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-24092009-130728/pt-br.php>>> Acesso em: 12-10-2020.

FUSARI, J. C. **O planejamento do trabalho pedagógico**: algumas indagações e tentativas de respostas. Série Ideias. n. 8. São Paulo: FDE, 1998. p.44-53. Disponível em: <http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_08_p044-053_c.pdf>. Acesso em: 02-02-2020.

GAUTHIER, C. et al. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber**. 2ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2006.

GIOVANNI, L. M. Sobre procedimentos para organização e análise de dados. In: **Relatório Parcial de Pesquisa (Fapesp e CNPq): Desenvolvimento profissional docente e transformações na escola**. Araraquara: UNESP-FCLAr, 1998.

GRANDI, L. A. **Indicadores de alfabetização científica**: abordando a biodiversidade em uma sequência didática investigativa. 2016. Tese (Doutorado em Biologia Comparada) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016. doi:10.11606/T.59.2017.tde-07122016-124620. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59139/tde-07122016-124620/pt-br.php>> Acesso em: 12-10-2020.

LEODORO, M. P. **Pensamento, cultura científica e educação**. 2005. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. doi:10.11606/T.48.2005.tde-26042007-163902. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-26042007-163902/pt-br.php>>> Acesso em: 12-10-2020.

RATHS, L. E. et al. **Ensinar a pensar**. 2ª ed. São Paulo. Editora Pedagógica e Universitária, 1977.

ROLDÃO, M. do C. Formação docente: natureza e construção do conhecimento profissional. **Rev. Bra. de Ed.**, v. 12, n. 34, jan./abr., 2007.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**. 2ª ed. São Paulo. Makron Books, 2001.

SILVA, A. N. **A experiência no tempo, nas epistemologias do sul e na docência**: reflexões sobre a história da ciência no ensino de química. 2018. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. doi:10.11606/T.48.2019.tde-12122018-150418. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-12122018-150418/publico/AROLDO_NASCIMENTO_rev.pdf>. Acesso em: 01-05-2019.

SÓFOCLES. **Édipo Rei - Antígona**. São Paulo: Martin Claret Editora, 2007.

STREHL, L. **A pesquisa bibliográfica com procedimentos de investigação**. Bib. Central UFRGS. Disponível em: <<http://www.biologiadaconservacao.com.br/TTPSo-bibliografica-como-procedimento-de-investigacao-1/>>. Acesso em: 03-07-2017.

TERUZZI, A. E. **A produção de sentido na aula de matemática**: a história da matemática como base para a construção de narrativas no ensino médio. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. doi:10.11606/D.48.2018.tde-23012018-164632. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-23012018-164632/publico/ALESSANDRO_EMILIO_TERUZZI.pdf>. Acesso em: 30-04-2019.

TRAINA, A. J. M.; TRAINA, Jr. Como fazer pesquisa bibliográfica. In: **SBC Horizontes**, São Paulo, v.2, n. 2, p. 30-35, 2009. Disponível em: <<http://univasf.edu.br/~ricardo.aramos/comoFazerPesquisasBibliograficas.pdf>>. Acesso em: 03-07-2017.

TRIGONI JR., R. **Contribuição para o ensino prático de bioquímica**: simulação de um projeto de pesquisa em uma disciplina de graduação. 2005. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. doi:10.11606/D.46.2016.tde-19072016-151741. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46131/tde-19072016-151741/publico/Remo_Trigoni_Junior_Mestrado.pdf>. Acesso em: 30-04-2019.

VOGT, C. A espiral da cultura científica. **Rev. Eletr. ComCiencia**, Campinas, 2003. Disponível em: <<https://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/cultura/cultura01.shtml>> . Acesso em: 19-05-2020.

VOGT, C. et all. **Cultura Científica: desafios**. Ed. Edusp/Fapesp, 1 ed., São Paulo, 2006

YOUNG, M. Para que serve as escolas ?. Educ. Soc. , Campinas, v. 28, n. 101, p. 1287-1302, dezembro de 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302007000400002&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 23-09-2019.

_____. O futuro da educação em uma sociedade do conhecimento: o argumento radical em defesa de um currículo centrado em disciplinas. Revista Brasileira de Educação. Rio de Janeiro: UFRJ/ANPED, v. 16, n. 1, p. 609-623, set/dez. 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/1576/1462>> Acessado em: 23-09-2019.

APÊNDICE 1: ROTEIRO PARA ANÁLISE DAS TESES E DISSERTAÇÕES

1. Identificar e descrever a **estrutura do texto** (capítulos) = Sumário
2. Identificar **questões norteadoras, objetivos e hipóteses** da pesquisa = resumo / introdução / metodologia
3. Localizar **principais autores** aos quais o autor(a) faz menção.
4. Descrever o **contexto da pesquisa** / fontes / sujeitos / procedimentos para coleta dos dados = metodologia
5. Caracterizar **procedimentos de análise dos dados** = metodologia
6. Detectar **temas ou ideias recorrentes ou ausentes** na pesquisa
7. Identificar principais **resultados e conclusões**

APÊNDICE 2: TESES E DISSERTAÇÕES SELECIONADAS

20 TESES

1. AGUIAR, Joana Guilares de. **Mapas conceituais como material instrucional de Química:** estratégias que minimizam a desorientação do aluno e potencializam a aprendizagem de conceitos científicos. 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. doi:10.11606/T.81.2018.tde-16072018-135008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-16072018-135008/publico/Joana_Guilares_Aguiar.pdf>. Acesso em: 2019-05-01.
2. ARAGÃO, Susan Bruna Carneiro. **A Alfabetização Científica na formação inicial de professores de Ciências:** análise de uma Unidade Curricular planejada nessa perspectiva. 2019. Tese (Doutorado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. doi:10.11606/T.81.2019.tde-10062019-115702. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-10062019-115702/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.
3. BASTOS, Ana Paula Solino. **Potenciais problemas significadores em aulas investigativas:** contribuições da perspectiva histórico-cultural. 2017. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. doi:10.11606/T.48.2017.tde-14072017-171353. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-14072017-171353/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.
4. FORATO, Thaís Cyrino de Mello. **A natureza da ciência como saber escolar:** um estudo de caso a partir da história da luz. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/T.48.2009.tde-24092009-130728. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-24092009-130728/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.
5. GRANDI, Luziene Aparecida. **Indicadores de alfabetização científica:** abordando a biodiversidade em uma sequência didática investigativa. 2016. Tese (Doutorado em Biologia Comparada) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016. doi:10.11606/T.59.2017.tde-07122016-124620. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59139/tde-07122016-124620/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.
6. LEODORO, Marcos Pires. **Pensamento, cultura científica e educação.** 2005. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. doi:10.11606/T.48.2005.tde-26042007-163902. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-26042007-163902/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.
7. MORAES, Tatiana Schneider Vieira de. **O desenvolvimento de processos de investigação científica para o 1º ano do ensino fundamental.** 2015. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. doi:10.11606/T.48.2015.tde-15062015-142924. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-15062015-142924/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.
8. NASCIMENTO, Luciana de Abreu. **Normas e práticas promovidas pelo ensino de ciências por investigação:** a constituição da sala de aula como comunidade de práticas. 2018. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. doi:10.11606/T.48.2019.tde-28112018-161119. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-28112018-161119/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.
9. NIGRO, Rogério Gonçalves. **Textos e leitura na educação em Ciências:** contribuições para a alfabetização científica em seu sentido mais fundamental. 2007. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. doi:10.11606/T.48.2007.tde-29012009-154033. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-29012009-154033/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.
10. OLIVEIRA, Carla Marques Alvarenga de. **Do discurso oral ao texto escrito nas aulas de ciências.** 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/T.48.2009.tde-06082010-161307. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-06082010-161307/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.
11. RUAS, Paloma Alinne Alves Rodrigues. **Interdisciplinaridade, problematização e contextualização:** a perspectiva de um grupo de professores em um curso de formação. 2017. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. doi:10.11606/T.48.2017.tde-10052017-144001. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-10052017-144001/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.
12. SCARPA, Daniela Lopes. **Cultura escolar e cultura científica:** aproximações, distanciamentos e hibridações por meio da análise de argumentos no ensino de biologia e na biologia. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de

- Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/T.48.2009.tde-23092009-144938. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-23092009-144938/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.
13. SILVA, Aroldo Nascimento. **A experiência no tempo, nas epistemologias do sul e na docência:** reflexões sobre a história da ciência no ensino de química. 2018. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. doi:10.11606/T.48.2019.tde-12122018-150418. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-12122018-150418/publico/AROLDO_NASCIMENTO_rev.pdf>. Acesso em: 2019-05-01.
 14. SOUZA, Fabio Luiz de. **Grupo colaborativo e tutoria como estratégias de formação continuada para professores de química visando ao desenvolvimento profissional.** 2017. Tese (Doutorado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. doi:10.11606/T.81.2017.tde-15052017-150408. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-15052017-150408/publico/Fabio_Luiz_de_Souza.pdf>. Acesso em: 2019-05-01.
 15. SOUZA, Karina Aparecida de Freitas Dias de. **Estratégias de comunicação em química como índices epistemológicos:** análise semiótica das ilustrações presentes em livros didáticos ao longo do século XX. 2012. Tese (Doutorado em Química) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. doi:10.11606/T.46.2012.tde-08052013-095035. <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46136/tde-08052013-095035/publico/TeseDefendidaKarinaAFreitasDSouza.pdf>>. Acesso em: 2019-05-01.
 16. SOUSA, Wellington Batista de. **A teoria da transposição didática e a teoria antropológica do didático aplicadas em um estudo de caso no ensino da física moderna e contemporânea.** 2015. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. doi:10.11606/T.81.2015.tde-14092015-113837. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-14092015-113837/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.
 17. STRIEDER, Dulce Maria. **As relações entre a cultura científica e a cultura local na fala dos professores:** um estudo das representações sobre o ensino de ciências em um contexto teuto-brasileiro. 2007. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. doi:10.11606/T.48.2007.tde-07122007-153539. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-07122007-153539/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.
 18. SUART, Rita de Cássia. **Formação inicial de professores de química:** o processo de reflexão orientada visando o desenvolvimento de práticas educativas no ensino médio. 2016. Tese (Doutorado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. doi:10.11606/T.81.2016.tde-28062016-100904. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-28062016-100904/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.
 19. TEIXEIRA, Jonny Nelson. **Experimentos surpreendentes e sua importância na promoção da motivação intrínseca do visitante em uma ação de divulgação científica:** um olhar a partir da teoria da autodeterminação. 2014. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/T.81.2014.tde-02122014-154633. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-02122014-154633/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.
 20. TERUYA, Leila Cardoso. **A química e suas interfaces no cenário sociocultural.** 2018. Tese (Doutorado em Química) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. doi:10.11606/T.46.2019.tde-08022019-133020. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46136/tde-08022019-133020/publico/TeseCorrigidaLeilaCardosoTeruya.pdf>>. Acesso em: 2019-05-01.

23 DISSERTAÇÕES

1. ARAGÃO, Susan Bruna Carneiro. **Alfabetização científica:** concepções de futuros professores de química. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/D.81.2014.tde-14102015-151323. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-14102015-151323/publico/Susan_Bruna_Carneiro_Aragao.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.
2. AYRES-PEREIRA, Terezinha Iolanda. **Transformações químicas:** visões e práticas de professores de ciências. 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. doi:10.11606/D.81.2013.tde-10042014-200912. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-10042014-200912/publico/Terezinha_Iolanda_Ayres_Pereira.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.

3. BERTI, Valdir Pedro. **Interdisciplinaridade: um conceito polissêmico**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. doi:10.11606/D.81.2007.tde-07052013-145350. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-07052013-145350/publico/Valdir_Pedro_Berti.pdf>. Acesso em: 2019-05-01.
4. BORGES, Thiago Bastos. **Contribuições de uma sequência didática metodologicamente ativa para uma aprendizagem significativa no ensino de biologia no Ensino Médio**. 2018. Dissertação (Mestrado em Projetos Educacionais de Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2018. doi:10.11606/D.97.2018.tde-03122018-175042. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/97/97138/tde-03122018-175042/publico/PED17018_C.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.
5. BORTOLAI, Michele Marcelo Silva. **O PROQUIM em ação: ressignificando o conceito de transformação no ensino médio**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. doi:10.11606/D.81.2010.tde-04082010-114620. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-04082010-114620/publico/Michele_Marcelo_Silva_Bortolai.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.
6. CARMO, Miriam Possar do. **Um estudo sobre a evolução conceitual dos estudantes na construção de modelos explicativos relativos a conceitos de solução e o processo de dissolução**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. doi:10.11606/D.81.2005.tde-05112015-104839. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-05112015-104839/publico/Miriam_Possar_do_Carmo.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.
7. CARRARO, Patrícia Rossi. **Crenças e representações dos professores sobre o construtivismo, os parâmetros curriculares nacionais (PCN) e as inovações pedagógicas no contexto das diretrizes propostas para o ensino fundamental a partir da nova LDB**. 2002. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003. doi:10.11606/D.59.2003.tde-30082008-171441. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59137/tde-30082008-171441/publico/PatriciaRossiCarraro.pdf>>. Acesso em: 2019-04-30.
8. FREITAS, Regina Santana Alaminos de. **Do conhecimento (matemático) primeiro: grandezas e medidas no centro das atenções**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/D.48.2009.tde-02092009-160046. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-02092009-160046/publico/ReginaSantanaAlaminosdeFreitas.pdf>>. Acesso em: 2019-04-30.
9. GAUDENCIO, Jéssica da Silva. **Estudo das representações visuais em questões de química dos exames vestibulares de universidades públicas do Estado de São Paulo**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. doi:10.11606/D.81.2015.tde-11092015-155630. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-11092015-155630/publico/Jessica_da_Silva_Gaudencio.pdf>. Acesso em: 2019-05-01.
10. JESUS, Luciana Romeira de. **Ensinando o sistema circulatório no ensino fundamental**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/D.81.2014.tde-27042015-155241. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-27042015-155241/publico/Luciana_Romeira_de_Jesus.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.
11. PESIRANI, Mariana Máira Albuquerque. **A constituição do discurso construtivista em documentos oficiais de referência curricular para a alfabetização produzidos nas décadas de 1980 e 1990**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/D.48.2014.tde-08122014-110151. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-08122014-110151/publico/MARIANA_MAIRA_ALBUQUERQUE_PESIRANI.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.
12. SARAIVA, Karla Beatriz Gomes. **A interdisciplinaridade nas licenciaturas das áreas constituintes das ciências naturais: um estudo de caso na Universidade Federal do ABC**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/D.81.2014.tde-27042015-154447. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-27042015-154447/publico/Karla_Beatriz_Gomes_Saraiva.pdf>. Acesso em: 2019-05-01.
13. SCARINCI, Anne Louise. **Uma proposta para caracterizar a atuação do professor na sala de aula**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. doi:10.11606/D.81.2006.tde-19092008-102255.

- <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-19092008-102255/publico/dissertSCARINCI.pdf>>. Acesso em: 2019-04-30.
14. SERVAT, Alexandre. Do saber sábio ao saber ensinado: indicativos sobre a transposição didática do conceito evolução biológica. 2014. 147 f. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Estado e Educação) - Universidade Estadual do Oeste do Parana, Cascavel, 2014. Disponível em: <<<http://tede.unioeste.br:8080/tede/handle/tede/881>>> Acesso em: 2020-11-09
 15. SILVA, Aparecida de Fátima Andrade da. **Ensino e Aprendizagem de Ciências nas séries iniciais:** concepções de um grupo de professoras em formação. 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. doi:10.11606/D.81.2006.tde-29092015-145747. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-29092015-145747/publico/Aparecida_de_Fatima_Andrade_da_Silva.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.
 16. SILVEIRA, Marcelo Pimentel da. **Uma análise epistemológica do conceito de substância em livros didáticos de 5ª a 8ª série do ensino fundamental.** 2002. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. doi:10.11606/D.81.2003.tde-10072003-162535. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-10072003-162535/publico/05dissertacao.pdf>>. Acesso em: 2019-05-01.
 17. TACOSHI, Marina Miyuki Akutagawa. **Avaliação da Aprendizagem em Química:** concepções de ensino-aprendizagem que fundamentam esta prática. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. doi:10.11606/D.81.2018.tde-30082018-150826. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-30082018-150826/publico/Marina_Miyuki_Akutagawa_Tacoshi.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.
 18. TARGINO, Arcenira Resende Lopes. **Textos literários de divulgação científica na elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre a lei periódica dos elementos químicos.** 2017. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. doi:10.11606/D.48.2018.tde-30012018-132817. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-30012018-132817/publico/ARCENIRA_RESENDE_LOPES_TARGINO_rev.pdf>. Acesso em: 2019-05-01.
 19. TAVARES, Mari Inez. **Um olhar sobre a educação continuada em Ciências de professores das Séries Iniciais no Estado de São Paulo.** 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/D.81.2009.tde-24022011-102119. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-24022011-102119/publico/Mari_Inez_Tavares.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.
 20. TERUZZI, Alessandro Emilio. **A produção de sentido na aula de matemática:** a história da matemática como base para a construção de narrativas no ensino médio. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. doi:10.11606/D.48.2018.tde-23012018-164632. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-23012018-164632/publico/ALESSANDRO_EMILIO_TERUZZI.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.
 21. TRIGONI JUNIOR, Remo. **Contribuição para o ensino prático de bioquímica:** simulação de um projeto de pesquisa em uma disciplina de graduação. 2005. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. doi:10.11606/D.46.2016.tde-19072016-151741. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46131/tde-19072016-151741/publico/Remo_Trigoni_Junior_Mestrado.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.
 22. VRIES, Mauritz Gregório de. **A importância de diferentes mediadores na elaboração e representação de modelos da estrutura e transformação da matéria.** 2017. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. doi:10.11606/D.48.2018.tde-15022018-112537. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-15022018-112537/publico/MAURITZ_GREGORIO_DE_VRIES_rev.pdf>. Acesso em: 2019-05-01.
 23. ZANNI, Vítor Pasta. **Análise da transição temporal do conteúdo de química exigido nos exames vestibulares públicos paulista.** 2014. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/D.46.2014.tde-20012015-085331. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46136/tde-20012015-085331/publico/DissertDefendidaVitorPastaZanni.pdf>>. Acesso em: 2019-05-01.

APÊNDICE 3: Síntese da leitura das Teses e Dissertações selecionadas

20 TESES foram analisadas. A seguir, apresentamos algumas dessas análises na íntegra.

1. AGUIAR, Joana Guilares de. **Mapas conceituais como material instrucional de Química: estratégias que minimizam a desorientação do aluno e potencializam a aprendizagem de conceitos científicos.** 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. doi:10.11606/T.81.2018.tde-16072018-135008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-16072018-135008/publico/Joana_Guilares_Aguiar.pdf>. Acesso em: 2019-05-01.

1 Identificar e descrever a estrutura do texto (capítulos)

Trata-se de uma tese de doutorado, que é dividida em capítulos. Por sua vez, os capítulos são organizados em subseções. Há oito capítulos, que sucedem uma apresentação. O Capítulo I é a introdução. No Capítulo II, está a fundamentação teórica. O Capítulo III dá uma breve revisão conceitual dos conteúdos químicos envolvidos na pesquisa. No Capítulo IV, está a metodologia. O Capítulo V trata de um dos três estudos que compõem a pesquisa, o Estudo I: O efeito da adição de dicas gráficas aos mapas conceituais sobre Química (Objetivo, pergunta de pesquisa e hipótese do trabalho; Materiais e métodos; Procedimento de análise de dados; Resultados e discussões; Conclusões do Estudo I). O Capítulo VI traz o Estudo II: O efeito da estrutura hierárquica do mapa conceitual de Química (Objetivos, perguntas de pesquisa e hipótese de trabalho; Materiais e métodos; Resultados e discussões; Conclusões do Estudo II). No Capítulo VII, desenvolve-se o Estudo III: O efeito do conhecimento prévio dos alunos e da adição de recursos digitais ao mapa conceitual que organiza um hipertexto sobre conceitos Químicos difíceis (Objetivo, perguntas de pesquisa e hipóteses de trabalho, Materiais e métodos, Resultados e discussões; Conclusões do Estudo III). No Capítulo VIII, apresenta-se a conclusão da tese (Implicações educacionais; Limitações da pesquisa e estudos futuros).

2 Identificar questões norteadoras, objetivos e hipóteses da pesquisa.

Questão norteadora: Até que ponto a adição de dicas gráficas, a hierarquia conceitual, o uso de recursos digitais e o conhecimento prévio são fatores capazes de minimizar a desorientação causada por mapas conceituais utilizados como materiais instrucionais de Química e, conseqüentemente, potencializar a aprendizagem? Objetivo: Avaliar o impacto da adição de dicas gráficas, da hierarquia conceitual, do uso de recursos digitais e do conhecimento prévio dos alunos para minimizar a desorientação causada por mapas conceituais utilizados como materiais instrucionais de Química e, conseqüentemente, potencializar a aprendizagem sobre conceitos químicos. Hipóteses da pesquisa: Os alunos que estudarem os mapas conceituais com dicas gráficas, em uma estrutura conceitual hierárquica e com recursos digitais (grupo experimental), teriam menor desorientação quando comparados aos alunos que não tiveram acesso a essas estratégias (grupo controle).

3 Localizar principais autores aos quais o autor(a) faz menção

No Capítulo II, da fundamentação teórica, o autor menciona J. Sweller, J. Piaget, F. Barlett e A. Baddeley.

4 Descrever contexto / fontes / sujeitos / procedimentos para coleta dos dados

253 alunos da disciplina Ciências da Natureza - Ciência, Cultura e Sociedade, da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP, foram convidados a participar dos estudos de modo voluntário e sem remuneração. Mantidos em anonimato, eles assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A coleta de dados para os estudos I e II foi realizada em sala de aula em um tempo total de 60 minutos. Os alunos responderam a um pré-teste, declararam o esforço mental relativo ao pré-teste, realizaram o período de estudo com o mapa conceitual, responderam a um pós-teste, declararam o esforço mental para compreender o conteúdo do mapa conceitual e para responder ao pós-teste. O procedimento para o Estudo III, assim ocorreu: Primeiramente, os alunos foram separados em dois grupos de acordo com seu nível de conhecimento prévio, dado pelo desempenho no teste de classificação. Em seguida, os alunos foram aleatoriamente distribuídos em dois grupos, mantendo-se a mesma proporção de alunos com baixo e alto nível de compreensão prévia. A cada um dos grupos foi atribuído um mapa conceitual para estudo, sem recursos digitais ou com recursos digitais. Os recursos digitais são *hyperlinks* alocados em conceitos-chave do mapa conceitual que ao serem clicados abrem uma janela *pop-up* com uma imagem. Por fim, as quatro condições experimentais do Estudo III foram: alunos com baixo nível de compreensão receberam um mapa conceitual sem recursos ou com recursos e, de modo análogo, os alunos com alto nível de compreensão prévia receberam um mapa conceitual sem recursos ou com recursos.

5 Caracterizar procedimentos de análise dos dados

Para cada grupo de alunos, foram analisadas as declarações do pré-teste e do pós-teste segundo o conhecimento factual e conceitual dos alunos, o ganho de conhecimento factual e medidas de esforço mental, eficiência da instrução e análises estatísticas (Teste ANOVA).

6 Detectar temas ou ideias recorrentes ou ausentes na pesquisa

A tese considera teorias acerca do aprendizado e do pensamento conforme Raths (1977). Na tese, os conceitos de memória de trabalho, carga cognitiva e compreensão prévia dialogam com as ideias de Raths.

7 Identificar principais resultados e conclusões

Estudo I: Independente do tipo de mapa conceitual empregado, todos os alunos tiveram um ganho de conhecimento factual e um aumento da capacidade de explicar o fenômeno das cores nos fogos de artifício. Mas, o mapa conceitual sem nenhuma dica gráfica (cor ou número) gerou os menores ganhos de conhecimento com maior esforço mental quando comparada às demais condições experimentais. Estudo II: Independente do tipo de mapa conceitual empregado, todos os alunos tiveram um ganho de conhecimento factual e um aumento da capacidade de explicar o fenômeno das cores nos fogos de artifício. Porém, o mapa conceitual preto e branco e sem organização hierárquica gerou os menores ganhos de conhecimento com maior esforço mental quando comparado às demais condições experimentais. Estudo III: Independentemente do nível de conhecimento prévio

dos alunos, houve um efeito do uso de recursos digitais (hipertexto) no ganho de conhecimento e no tempo para completar a tarefa. Houve um maior ganho de conhecimento factual e conceitual associado a maior tempo consumido na tarefa. Conclusões da tese: Independente do tipo de mapa conceitual empregado, todos os alunos tiveram um ganho de conhecimento factual e um aumento da capacidade de explicar o fenômeno das cores nos fogos de artifício e a condução elétrica de diferentes materiais. Em resposta à pergunta da tese, é possível afirmar que o uso da cor e da hierarquia conceitual como dicas gráficas de navegação foram capazes de minimizar a desorientação provocada pelos mapas conceituais via gestão da carga cognitiva intrínseca e redução da carga cognitiva extrínseca, respectivamente. O processamento generativo (i.e., recursos da memória de trabalho alocados para a aprendizagem) pode ser potencializado pelo uso de um hipertexto organizado na forma de um mapa conceitual otimizado e associado a recursos digitais.

2. ARAGÃO, Susan Bruna Carneiro. **A Alfabetização Científica na formação inicial de professores de Ciências**: análise de uma Unidade Curricular planejada nessa perspectiva. 2019. Tese (Doutorado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. doi:10.11606/T.81.2019.tde-10062019-115702. Disponível em: <<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-10062019-115702/pt-br.php>>> Acesso em: 2020-10-12.

1 Identificar e descrever a estrutura do texto (capítulos)

Tese de doutorado estruturada em 7 seções. Em 3, está a fundamentação. A seção 5 traz a metodologia.

2 Identificar questões norteadoras, objetivos e hipóteses da pesquisa.

Questões norteadoras: Como a proposta de Unidade Curricular elaborada por um formador de professores de Ciências, na perspectiva da Alfabetização Científica e nos seus fundamentos, pode proporcionar o desenvolvimento de concepções dos licenciados acerca da Alfabetização Científica? Objetivos: Investigar uma proposta de Unidade Curricular e seu impacto na formação de futuros professores de Ciências em um curso de formação inicial, cujos conceitos a serem abordados durante o curso são a Alfabetização Científica e seus fundamentos. Hipótese: Os licenciados, ao se apropriarem da Alfabetização Científica e seus fundamentos, podem planejar suas aulas considerando essas três abordagens de ensino, Experimentação Investigativa (EI), abordagem CTS e História e Filosofia da Ciência (HFC), que podem proporcionar a Alfabetização Científica dos estudantes na Educação Básica.

3 Localizar principais autores aos quais o autor(a) faz menção

Vieira; Martins (2005), Mortimer (1999) *Apud* Silva; Marcondes (2007), Aragão; Marcondes (2018), Aragão (2014), Bybee *et al* (2004), Hurd (1958, 1998), Roberts (2007), Shen (1975), Pella (1976).

4 Descrever contexto / fontes / sujeitos / procedimentos para coleta dos dados

Em 2015, cursaram a Unidade Curricular Prática de Química II 8 alunos e, em 2016, 12. O processo todo durou 15 aulas. No final do processo, os licenciandos deveriam entregar um plano de aula, que foi um dos instrumentos de coleta de dados. Os outros foram o diário de bordo dos licenciandos, as entrevistas semiestruturadas com licenciandos e formados, os questionários.

5 Caracterizar procedimentos de análise dos dados

A análise dos dados deu-se através dos níveis de Alfabetização Científica propostos por Bybee *et al* (2004). Outros parâmetros empregados foram os níveis de compreensão para cada fundamento AC (EI, CTS e HFC) segundo Masini (2012) e Ausubel (2000).

6 Detectar temas ou ideias recorrentes ou ausentes na pesquisa

Existe uma análise de plano de aula, ideia que não havia sido explorada. Também, os níveis de Alfabetização propostos por Bybee *et al* (2004) são interessantes.

7 Identificar principais resultados e conclusões

As atividades propostas e as ações do formador possibilitaram aos licenciandos a percepção, compreensão e reflexão sobre a Alfabetização Científica e seus fundamentos, promovendo a reformulação de suas concepções e a reorganização de suas estruturas de conhecimento.

(...)

3. TERUYA, Leila Cardoso. **A química e suas interfaces no cenário sociocultural**. 2018. Tese (Doutorado em Química) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. doi:10.11606/T.46.2019.tde-08022019-133020. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46136/tde-08022019-133020/publico/TeseCorrigidaLeilaCardosoTeruya.pdf>>. Acesso em: 2019-05-01.

1 Identificar e descrever a estrutura do texto (capítulos)

O trabalho, uma tese de doutoramento, é estruturada em quatorze seções: 1 – Introdução; 2 – Objetivos; 3 – Proposição do referencial analítico; 4 – A imagem pública da Química em jornais de grande circulação no Estado de São Paulo; 5 – Ano Internacional da Química: o impacto de ações amplas de divulgação científica; 6 – Química verde: geração e transposição de conhecimento; 7 – QNInt: Portal de divulgação da SBQ; 8 – A Química no YouTube: perfil dos vídeos mais publicados e dos mais difundidos; 9 – Pós-graduação no IQUSP: origem e destino dos egressos; 10 – Prêmios Nobel: relações entre a Química e a Fisiologia e Medicina; 11 – Visão geral dos estudos de caso; 12 – Considerações finais; 13 – Referências; 14 – Anexos.

2 Identificar questões norteadoras, objetivos e hipóteses da pesquisa.

Questão norteadora: Quais são os aspectos da inserção da Química na sociedade e o seu papel na apreensão da realidade? Objetivos: Caracterizar as relações entre cultura e sociedade por meio da transmissão do conhecimento científico na área da Química. Hipótese: A Química como um corpo de conhecimentos que é parte da nova cultura. O conhecimento como uma forma de apreender a realidade.

3 Localizar principais autores aos quais o autor(a) faz menção

Thompson (1995), Godin e Gingras (2000), Cotanda (2014), Mocellin (2011), Bellebaum (1995), Tönnies (2002), Wagner (2012), Tylor (2007), Valsiner (2003), Freitas (2013).

4 Descrever contexto / fontes / sujeitos / procedimentos para coleta dos dados

Foram elaborados sete estudos de caso: 1) A imagem pública da Química em jornais de grande circulação do Estado de São Paulo; 2) Ano Internacional da Química: o impacto de ações amplas de divulgação científica; 3) Química Verde: geração e transposição de conhecimento; 4) QNInt: portal de divulgação da SBQ; 5) A química no YouTube: perfil dos vídeos mais publicados e dos mais difundidos; 6) Pós-graduação no IQUSP: origem e destino dos egressos; 7) Prêmios Nobel: relações entre a Química e a Fisiologia e Medicina. Pesquisa bibliográfica e documental. Os dados foram coletados em notícias de jornal, vídeos da internet (YouTube), registros sobre o Ano Internacional de Química (2011), plataforma Lattes, Portal Química Nova Interativa (QNInt), Prêmios Nobel em Fisiologia e Medicina e em Química (1901 a 2016).

5 Caracterizar procedimentos de análise dos dados

O estudos de caso foram analisados segundo um referencial analítico que avaliou cada caso sob três aspectos: 1 - Social; 2 - Cultural; 3 - Modos de transmissão de conhecimento.

6 Detectar temas ou ideias recorrentes ou ausentes na pesquisa

Ideias relacionadas ao tema da alfabetização científica e construção do conhecimento (no âmbito social neste caso). Algumas relações entre a construção do conhecimento no indivíduo e na sociedade ainda não tinham sido tocadas.

7 Identificar principais resultados e conclusões

Uma Cultura da Química também é transmitida por grupos sociais externos à comunidade de Química e isto é feito de diversas formas. A Química, entretanto, extrapola a concepção científica, o que pode ser observado no interior da comunidade química.

23 DISSERTAÇÕES foram analisadas. A seguir, apresentamos algumas dessas análises na íntegra.

1. ARAGÃO, Susan Bruna Carneiro. **Alfabetização científica: concepções de futuros professores de química.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/D.81.2014.tde-14102015-151323. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-14102015-151323/publico/Susan_Bruna_Carneiro_Aragao.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.

1 Identificar e descrever a estrutura do texto (capítulos)

Trata-se de uma dissertação de mestrado e a estrutura é organizada em sete capítulos subdivididos em seções. No Capítulo 1, está a introdução, que traz o objetivo, a questão de investigação, a hipótese e a justificativa. A fundamentação teórica, no Capítulo 2, apresenta o termo Alfabetização Científica ("Scientific Literacy"), letramento científico e enculturação científica, relaciona a alfabetização científica ao conhecimento sobre a tecnologia, traz indicadores de alfabetização científica e destaca a importância de envolver professores de Química na definição de alfabetização científica. No Capítulo 3, faz-se a abordagem CTSA no ensino de Química. O Capítulo 4 trata das visões deformadas da Ciência. No Capítulo 5, é apresentada a metodologia mediante a descrição das instituições de ensino particulares da pesquisa e a coleta de dados e critérios para análise dos resultados. Os resultados e a análise são discutidas no Capítulo 6, através da análise dos dados obtidos nos instrumentos 1 e 2 - GRUPO TODOS e GRUPO PROFS, análise por escola, análise das entrevistas com os futuros professores de Química e perspectivas de alfabetização científica. O Capítulo 7 é onde estão a conclusão e as considerações finais.

2 Identificar questões norteadoras, objetivos e hipóteses da pesquisa.

Questão norteadora: Qual é a visão dos futuros professores de Química sobre alfabetização científica? Objetivo: Investigar o conceito de Alfabetização Científica manifestado por alunos do curso de licenciatura de Química, isto é, futuros professores de Química. Identificar se tais professores têm sua própria definição de alfabetização científica e qual é sobre esse conceito. Identificar o que os futuros professores esperam que os alunos aprendam na área da Química durante o Ensino Médio, ou seja, quais os objetivos do ensino. Investigar de que maneira os futuros professores pretendem ensinar aos alunos um conceito químico e, com isso, relacionar o conceito de alfabetização científica dos futuros professores com seus objetivos para o ensino e sua visão de prática, de modo a identificarmos se os objetivos e prática vão ao encontro da definição de alfabetização científica. Hipótese: A visão do conceito de alfabetização científica de que o ensino de ciências deve estar voltado para a formação da cidadania, para que o aluno saiba aplicar o conhecimento aprendido em sua vida prática. Porém, com relação à futura prática de ensino, ideias serão baseadas em outra visão, na qual o ensino está dirigido à formação de alunos que seguirão carreiras na área científica.

3 Localizar principais autores aos quais o autor(a) faz menção

Os teóricos fundadores do conceito de alfabetização científica, como Hurd e Pella são mencionados na fundamentação teórica, isto é, no Capítulo 2, bem como Layton, Davey, Jenkins e Macgill. Autores que preferem os termos letramento científico (Mamede e Zimmermann) e enculturação científica (Chassot, Carvalho e Tinoco) também constam no referido capítulo.

4 Descrever contexto / fontes / sujeitos / procedimentos para coleta dos dados

Pesquisa do tipo qualitativa realizada com 58 alunos de cinco instituições de ensino (mantidos em anonimato) na região metropolitana de São Paulo. O nível dos alunos pesquisados é o penúltimo e último anos do curso de licenciatura em Química, desde que já tivessem cursado disciplinas voltadas à prática de ensino da disciplina. A coleta de dados foi feita no segundo semestre de 2011, em momentos diferentes (a fim de que não fosse algo cansativo para os alunos), através de três instrumentos e entrevistas semiestruturadas laborados pela pesquisadora e validados pelos integrantes do grupo GEPEQ-USP. Instrumentos piloto foram aplicados aos alunos do curso de licenciatura do Instituto de Química da USP.

5 Caracterizar procedimentos de análise dos dados

Os dados foram analisados por instituição de ensino e por aluno. Primeiro, foram analisadas as estratégias de ensino preferidas e rejeitadas pelos estudantes, suas concordâncias e discordâncias sobre as ideias gerais da ciência. Depois, as características da Química, Química no contexto; habilidades de aprendizagem de alta ordem e aspectos afetivos. Por fim, foram analisados planos de aula, avaliação e a definição do conceito de alfabetização científica.

6 Detectar temas ou ideias recorrentes ou ausentes na pesquisa

Raths (1976) trata das operações de pensamento docente no processo de ensino, o que também é abordado na dissertação, uma vez que foram pesquisados futuros professores, isto é, alunos de licenciatura.

7 Identificar principais resultados e conclusões

A visão e a prática de ensino dos alunos apresentam perspectivas de ensino antagônicas, sendo a visão próxima às tendências construtivistas e com abordagem CTSA, relacionadas a níveis mais altos de alfabetização científica, porém, sua prática está relacionada à tendências mais tradicionais de ensino relacionadas a níveis mais baixos de alfabetização científica.

2. AYRES-PEREIRA, Terezinha Iolanda. **Transformações químicas: visões e práticas de professores de ciências**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. doi:10.11606/D.81.2013.tde-10042014-200912. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-10042014-200912/publico/Terezinha_Iolanda_Ayres_Pereira.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.

1 Identificar e descrever a estrutura do texto (capítulos)

Trata-se de uma dissertação de mestrado estruturada em cinco seções subdivididas, que sucedem a introdução. Em 1, encontramos a fundamentação teórica, com o modelo didático dos professores de Ciências, o ensino de Ciências como um processo de construção do conhecimento e os saberes necessários aos professores, o conceito de transformações químicas, as concepções alternativas sobre o conceito de transformações químicas. A seção 2 traz a revisão bibliográfica mediante as pesquisas que revelam o modelo didático dos professores, as pesquisas que revelam concepções de professores de Ciências e Química sobre o conceito de transformações químicas e as pesquisas que revelam concepções alternativas de estudantes e professores sobre o conceito de transformações químicas. A metodologia da pesquisa está na seção 3, assim dividida: a configuração da pesquisa (primeira e segunda etapas), características dos professores participantes e metodologia da análise. Na seção 4, aparecem os resultados e as análises e, na seção 5, as conclusões e considerações.

2 Identificar questões norteadoras, objetivos e hipóteses da pesquisa.

Objetivo: Conhecer as visões e práticas sobre o conceito de transformações químicas apresentadas por professores que trabalham ensinando Ciências para o 9º ano do Ensino Fundamental. Questões norteadoras: (1) Que concepções sobre transformações químicas os professores de ciências manifestam? Como os conceitos manifestados expressam os três níveis que envolvem o conhecimento químico: fenomenológico (macroscópico), explicativo (submicroscópico) e representacional? (2) Como os professores de ciências vêem o ensino de transformações químicas para o 9º ano do ensino fundamental e o que declaram ensinar sobre esse conceito? (3) Existe relação entre o modelo didático dos professores, o conceito científico que apresentam e as práticas que utilizam para ensinar? Hipótese: A maioria dos professores de Ciências apresenta uma visão do conceito de transformações químicas incompleto, restrito a alguns aspectos conceituais e que esses professores apresentam uma prática permeada pelo modelo tradicional de ensino.

3 Localizar principais autores aos quais o autor(a) faz menção

Na Seção 1, que é a Fundamentação Teórica, Santos Jr. (2009), Gonzáles e Escartín (1996), Garcia Perez (2000), Garcia e Porlán (1997), são alguns dos autores espanhóis que estudam acerca do modelo didático pessoal e a concepção de ensino-aprendizado do professor de Química. Garcia Perez (2000) é o autor que tipifica os modelos didáticos estudados: Tradicional, Tecnológico, Espontaneísta e Alternativo.

4 Descrever contexto / fontes / sujeitos / procedimentos para coleta dos dados

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, que ocorreu em duas etapas e envolveu professores de Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental em duas cidades localizadas no interior de Minas Gerais. Em cada cidade, foram ministrados, aos grupos de professores, um curso e uma oficina: "Transformações químicas: visões e práticas de professores de Ciências". Foram empregados 5 instrumentos de pesquisa (um para cada módulo do curso). Os instrumentos foram questionários formados por questões abertas, discussões, experimentos, apresentação de seminários e construção de mapas conceituais.

5 Caracterizar procedimentos de análise dos dados

Os instrumentos foram analisados como forma de identificar como os professores conceituam transformações químicas e quais as visões e práticas desses professores em relação ao ensino do conceito. Houve uma organização dos instrumentos segundo os três eixos: o modelo didático dos professores, as concepções sobre o conceito de transformações químicas e as visões e práticas sobre o ensino do conceito de transformações químicas. A análise ocorreu de acordo com três questões: Quais são as visões de ensino presentes entre professores de Ciências? Qual é o conceito de transformações químicas que os professores apresentam? Quais são as práticas para ensinar transformações químicas declaradas pelos professores? Para analisar as visões dos professores, empregou-se as bases de Perez (2000).

6 Detectar temas ou ideias recorrentes ou ausentes na pesquisa

Um dos instrumentos de pesquisa constituía-se no trabalho com mapas conceituais. Um conceito ausente na pesquisa e abordado no texto analisado é o de modelo didático pessoal.

7 Identificar principais resultados e conclusões

Modelos didáticos pessoais híbridos e incoerentes foram identificados nas respostas dos professores pesquisados. Tais modelos são cheios de lacunas e concepções alternativas sobre o conceito de transformações químicas. Tais resultados indicam a necessidade de investimentos em educação continuada.

(...)

3. JESUS, Luciana Romeira de. **Ensinando o sistema circulatório no ensino fundamental**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/D.81.2014.tde-27042015-155241. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-27042015-155241/publico/Luciana_Romeira_de_Jesus.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.

1 Identificar e descrever a estrutura do texto (capítulos)

Dissertação de mestrado estruturada em sete seções: 1 – Introdução, 2 – Fundamentos para a pesquisa, 3 – Objetivo, 4 – aprendizagem e modelos científicos, 5 – Desenvolvimento da pesquisa, 6 – Análise dos dados e resultados, 7 – Conclusões.

2 Identificar questões norteadoras, objetivos e hipóteses da pesquisa.

Não há uma apresentação de questões norteadoras e de hipóteses da pesquisa de maneira direta, mas depreende-se (principalmente das seções Introdução e Objetivo) que elas giram em torno da utilização da História da Ciência (ou de como o conhecimento científico é construído) no ensino e na solução de problemas no ensino de Ciência. Espera-se permitir a aprendizagem do funcionamento do Sistema Circulatório e também a compreensão do processo de construção do conhecimento científico. Objetivo: Contribuir com a aprendizagem de um conteúdo específico de Biologia – o Sistema Circulatório –, bem como permitir a discussão de Aspectos da Ciência no contexto da sala de aula, buscando assim, contribuir para um melhor relacionamento e entendimento do desenvolvimento da Ciência por parte dos estudantes do Ensino Fundamental I.

3 Localizar principais autores aos quais o autor(a) faz menção

Piaget e Garcia (1983) sobre a psicogênese e a história da ciência, que relaciona o construtivismo e a história do conhecimento científico.

4 Descrever contexto / fontes / sujeitos / procedimentos para coleta dos dados

Foi construída uma sequência didática que conta com estratégias para permitir a aprendizagem do tema Sistema Circulatório e a participação dos alunos em atividades que envolvem a História da Ciência. A sequência didática busca por fatos pontuais que mostram a construção dos conceitos científicos sobre o Sistema Circulatório e que destacam o caráter descontínuo e atravessado por erros e acertos da evolução da Ciência. Tal sequência didática foi aplicada num curso piloto e os materiais produzidos pelos estudantes foram analisados. A coleta de dados deu-se em três intervenções: 1) Sondagem das concepções dos alunos mediante discussões em sala de aula; 2) Atividade prática envolvendo a manipulação e a análise de corações de galinha, anotações e desenhos acerca do que era observado, bem como um trabalho com textos de pensadores que se debruçaram sobre o tema do Sistema Circulatório e, por último, a análise de uma linha do tempo em que figuravam tais pensadores; 3) Aula expositiva-dialogada e uma prática (coração de boi) a fim de apresentar como se compreende o Sistema Circulatório nos dias de hoje.

5 Caracterizar procedimentos de análise dos dados

A análise dos dados procedeu-se de acordo com a “análise discursiva textual”, no intuito de avaliar a aprendizagem em desenvolvimento e a propriedade das intervenções dentro da sequência didática. Modalidade que foi tomada para adequar-se à natureza dos dados que se apresentavam, o que caracteriza uma pesquisa qualitativa.

6 Detectar temas ou ideias recorrentes ou ausentes na pesquisa

Recorrente é o tema “Alfabetização Científica”. O uso da História da Ciência ou da construção do conhecimento científico está intimamente relacionado à questão da Alfabetização Científica. Outro tema importante é a construção de sequências didáticas.

7 Identificar principais resultados e conclusões

Percebeu-se que existe uma forte relação entre as ideias dos estudantes e as encontradas na literatura a respeito desse conteúdo. A sequência didática permitiu que os estudantes tivessem contato com estruturas reais e concebessem conhecimentos próprios muitas vezes considerados errados segundo a noção atual sobre o funcionamento do Sistema Circulatório. Por isso, os alunos se relacionaram melhor com a ideia do erro, presente tanto no contexto da História da Ciência, como no ambiente de sala de aula, o que favoreceu o processo de ensino e aprendizagem em uma perspectiva construtivista.

(...)

4. SILVA, Aparecida de Fátima Andrade da. **Ensino e Aprendizagem de Ciências nas séries iniciais: concepções de um grupo de professoras em formação**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. doi:10.11606/D.81.2006.tde-29092015-145747. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-29092015-145747/publico/Aparecida_de_Fatima_Andrade_da_Silva.pdf>. Acesso em: 2019-04-30.

1 Identificar e descrever a estrutura do texto (capítulos)

A estrutura desta dissertação de mestrado é organizada em 6 capítulos.

2 Identificar questões norteadoras, objetivos e hipóteses da pesquisa.

Questões norteadoras: Qual a evolução de concepções sobre ensino e aprendizagem de Ciências de alunos do Curso Normal Superior, que atuarão, depois do curso, como docentes das séries iniciais do Ensino Fundamental? Objetivos: Investigar a evolução de concepções sobre ensino e aprendizagem de Ciências de quatro alunas do Curso Normal Superior, futuras professoras das séries iniciais do Ensino Fundamental. Hipótese: Um professor, ao planejar e preparar as situações do ensino de Ciências, estará tomando decisões quanto à didática das Ciências.

3 Localizar principais autores aos quais o autor(a) faz menção

Abib, M. L. V. (1996), Bachelard, G (1996), Piaget, J. (1978), Chalmers, A. F. (1999).

4 Descrever contexto / fontes / sujeitos / procedimentos para coleta dos dados

As quatro alunas vivenciaram diversas situações de ensino em ciências e puderam refletir sobre alguns aspectos relacionados ao ensino de ciências, tais como a existência de concepções espontâneas; o pensamento infantil, o papel das questões e o caráter social da construção do conhecimento científico; o papel da experimentação e do professor no ensino de Ciências como investigação. Entrevistas semi-estruturadas, questões abertas, gravações das atividades em áudio e vídeo e a elaboração de um planejamento de uma atividade de ensino de Ciências (baseado no projeto “ABC na Educação Científica - A Mão na Massa”) foram os meios de coleta de dados.

5 Caracterizar procedimentos de análise dos dados

As análises basearam-se em duas perspectivas: as concepções das alunas a respeito da participação do aluno no processo de ensino-aprendizagem e a natureza da atividade proposta.

6 Detectar temas ou ideias recorrentes ou ausentes na pesquisa

O tema da construção do conhecimento, bem como a “alfabetização” ou iniciação científica em séries iniciais ressoam com aspectos da pesquisa. O elemento novo é a abordagem de um projeto como o “ABC na Educação Científica - A Mão na Massa”.

7 Identificar principais resultados e conclusões

Observa-se uma evolução conceitual das alunas a partir de um modelo tradicional de ensino, ou seja, por transmissão-recepção, identificado nas concepções iniciais das alunas, até um modelo em que o professor é um orientador e o ensino é feito através de atividades que facilitam a compreensão do fenômeno estudado. Os questionamentos das alunas nasceram ao passo em que elas participavam de um processo em que poderiam reconstruir seus conhecimentos através da interação com a professora-pesquisadora e entre elas. Os interesses dos alunos e a sua posição central (o aluno como centro do currículo) passaram a ser respeitados., utilizando os alunos e seus interesses como temas organizadores para o processo de ensino-aprendizagem. Um teor sócio-construtivista foi incorporado pelas futuras docentes, modificando, assim, o seu posicionamento sobre o processo ensino-aprendizagem, porém as alunas revelaram algumas ideias inconsistentes e incoerentes, indicando a presença de outros fatores que podem estar influenciando a evolução de suas concepções.

(...)

5. ZANNI, Vítor Pasta. Análise da transição temporal do conteúdo de química exigido nos exames vestibulares públicos paulista. 2014. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/D.46.2014.tde-20012015-085331. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46136/tde-20012015-085331/publico/DissertDefendidaVitorPastaZanni.pdf>>. Acesso em: 2019-05-01.

1 Identificar e descrever a estrutura do texto (capítulos)

A tese é estruturada em sete seções além dos apêndices e uma lista de anexos. Sendo as seções às seguintes: 1 - INTRODUÇÃO - Sobre o currículo, um breve histórico da demanda por educação no Brasil e os obstáculos produzidos pelo vestibular; 2 - OBJETIVOS; 3 - PROCEDIMENTOS; 4 - RESULTADOS - Classificação, tabulação e a correlação dos dados; 5 - DISCUSSÃO; 6 - CONCLUSÕES; 7 - REFERÊNCIAS.

2 Identificar questões norteadoras, objetivos e hipóteses da pesquisa.

Questão norteadora: Existe uma tendência de aprimoramento dos exames vestibulares? Objetivos: Verificar se a tendência de aprimorar os exames existe. Possibilitar um quadro de análise que constitua uma base para a tomada de decisão mais consciente sobre a utilização dos vestibulares para influenciar o currículo de Química do Ensino Médio. Detectar meios de aproximar esse currículo das diretrizes governamentais de educação. Hipótese: A alteração no tipo de questões de vestibulares deve corresponder a uma responsabilidade social.

3 Localizar principais autores aos quais o autor(a) faz menção

Zoller (2002); Sacristán (1998); Reesnick (1980); Bloom (1983).

4 Descrever contexto / fontes / sujeitos / procedimentos para coleta dos dados

Foram analisadas questões de vestibulares da FUVEST e da COMVEST das duas fases.

5 Caracterizar procedimentos de análise dos dados

Os critérios para a análise de dados foram: O nível de complexidade cognitiva, segundo a Taxonomia de Bloom; a complexidade química de acordo com ALG, LOCS e HOCS segundo Zoller (2002); se as questões atendem às habilidades e competências (e quais) estabelecidas pelo PCN+ para o aprendizado de Química (Brasil, 2002); o nível de integração entre as áreas clássicas da Química: Inorgânica, orgânica e Físico-química); se há integração com outras áreas do conhecimento (Biologia, Física, Geografia, etc.); O índice de discriminação quando disponível (Brasil, 2013).

6 Detectar temas ou ideias recorrentes ou ausentes na pesquisa

A análise de avaliações de Química já foi abordada sob o enfoque na prática do docente em sala de aula. Processos cognitivos (Taxonomia de Bloom) ancorados em questões é um tema novo.

7 Identificar principais resultados e conclusões

A preocupação com o modo como se mede as capacidades dos alunos avaliados por seus exames é demonstrada. O uso dos exames vestibulares como base de construção de currículo é discutida e, também, a visão do público leigo em relação aos exames.

APÊNDICE 4: Plano de aula: Solubilidade e temperatura (exemplo)

Identificação

Instituição de ensino: -, município: -, disciplina: Ciências, série: 4º ano, Nível: fundamental, turma: -, professor: -, cronologia: -, horas-aula : -, data: -, turno: -.

Tema
Solubilidade

Subtema
Solubilidade e temperatura

Justificativa

O estudo dos fundamentos da solubilidade é um pré-requisito para o aprendizado das relações entre os níveis macroscópico e microscópico (estrutural e molecular) da matéria e, assim, para conceitos mais avançados de Química e Física.

Objetivos

Compreender a relação entre temperatura e movimento interno de um sistema de solução (energia do sistema). Identificar misturas na vida diária com base em suas propriedades físicas observáveis e reconhecer a sua composição (habilidade da Base Nacional Comum Curricular). Introduzir os conceitos de solvente e soluto.

Conteúdos envolvidos

Para estudar o tema, o aluno já deverá ter noções acerca da estrutura hierárquica da matéria: matéria, moléculas e átomos. Deverá conhecer algo dos limites e da divisibilidade da matéria bem como sobre matéria, energia e os estados da matéria: sólido, líquido e gasoso.

Estratégias (recursos e técnicas)

Recursos: quadro, giz, roteiro impresso, 9 copos de vidro, cronômetro (relógio ou smartphone), água fria, água à temperatura ambiente, água aquecida (morna), sal, açúcar, gelatina em folhas e uma colher de chá.

Técnicas: aula expositiva e dialogada com atividade prática e resolução de questões baseadas na observação.

Procedimentos

Prepara-se três copos contendo água fria, três, água na temperatura ambiente, e três contendo água morna. Em cada trio de copos, coloca-se, no tempo zero, o sal, o açúcar e as fitas de gelatina em folha. Não mexer os conteúdos! Cronometra-se e observa-se a dissolução dos materiais. De acordo com o observado, responder o seguinte questionário: (1) Qual das substâncias dissolve-se logo que colocadas na água e em qual (is) copo (s) isso acontece? (2) Que material leva mais tempo para dissolver e, nesses casos, a água é fria, natural ou morna? (3) A gelatina dissolve-se mais lentamente na água morna ou na fria? (4) Será que a temperatura da água tem alguma coisa a ver com a solubilização dos materiais? Na forma de um diálogo guiado pelo professor, as respostas dos alunos serão analisadas coletivamente e, caso necessário, reelaboradas à luz de novas conclusões.

Avaliação (objetivos e instrumentos)

Durante o diálogo e o processo de reelaboração das respostas, os alunos deverão saber que a água morna dissolve com mais rapidez a gelatina em folha, o sal e o açúcar. No outro extremo, está a água fria. Eles devem, também, notar que há diferenças entre os materiais a uma mesma temperatura.

Bibliografia

RUSSEL, J. B. **Química Geral**. 2ª ed. São Paulo. Makron Books, 2001.