

Pesquisas sobre Dificuldade de Aprendizagem em Química: Enfoques e Perspectivas

Research on Learning Disabilities in Chemistry: Approaches and Perspectives

Caio Renan Goes Serrão

Universidade Federal do Pará – UFPA

caio.serrao@iemci.ufpa.br

Andrela Garibaldi Loureiro Parente

Universidade Federal do Pará – UFPA

andrela@ufpa.br

Resumo

Os componentes curriculares da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias têm sido apontados pela literatura, como os de maior dificuldade em relação à aprendizagem. Pensando em investigar as dificuldades de aprendizagem em Química, especificamente no ensino médio, realizamos um levantamento bibliográfico, seguido de um mapeamento de teses defendidas nos últimos dez anos em dois bancos de teses e dissertações. Nosso foco de estudo foi compreender que concepções são adotadas sobre as dificuldades de aprendizagem em Química e que apontamentos são direcionados ou não para a superação das dificuldades. As sete teses selecionadas para esse trabalho compreendem as dificuldades de aprendizagem relacionadas ao conteúdo abstrato da Química, à não transição entre os níveis de representação na Química: o macroscópico, submicroscópico e o simbólico, tendo como foco principal o ensino e suas estratégias, e não a aprendizagem.

Palavras chave: dificuldades de aprendizagem, ensino de química, ensino médio.

Abstract

The curricular components of the area of Natural Sciences and its Technologies have been pointed out by the literature as the most difficult in relation to learning. Thinking about investigating learning difficulties in Chemistry, specifically in high school, we carried out a bibliographical survey, followed by a mapping of theses defended in the last ten years in two databases of theses and dissertations. Our focus of study was to understand which conceptions are adopted about learning difficulties in Chemistry and which notes are directed or not towards overcoming difficulties. The seven theses selected for this work comprise the learning difficulties related to the abstract content of Chemistry, the non-transition between the levels of representation in Chemistry: the macroscopic, submicroscopic and symbolic, with the main focus on teaching and its strategies and not on learning.

Key words: learning difficulties, teaching chemistry, high school.

Introdução

O ensino e a aprendizagem de química na educação básica é foco de trabalhos na área de Ensino de Ciências (MENESES & BELTRÁN NUÑEZ, 2018). Assim, metodologias de ensino com o objetivo de alcançar maiores níveis de aprendizagem dos alunos têm sido propostas (OLIVEIRA et al., 2021), e as pesquisas dedicam-se a compreender os problemas associados à aprendizagem.

Quanto aos problemas relacionados à aprendizagem, é imprescindível investigar as dificuldades de aprendizagem para contribuir para a melhoria da educação em Ciências, especificamente, na Química. Nesse sentido, este trabalho objetivou desenvolver um levantamento, seguido de um mapeamento de teses publicadas nos últimos dez anos sobre o tema dificuldades de aprendizagem em Química. Buscamos também, como parte inicial de uma pesquisa doutoral, compreender o que tem sido investigado sobre as dificuldades de aprendizagem em Química, mais especificamente, como as dificuldades são abordadas nos estudos e como as pesquisas têm se estruturado metodologicamente e teoricamente.

Referencial Teórico

A Teoria da Subjetividade, proposta por Fernando González Rey, é a perspectiva teórica assumida nesse trabalho. Ela estuda a complexidade da constituição psicológica humana na perspectiva cultural e na vida social com implicações nas mais diferentes áreas das ciências sociais (MITJÁNS MARTÍNEZ & GONZÁLEZ REY, 2017). A subjetividade é definida por González Rey (2003, p. 95) como “As formas complexas em que o psicológico se organiza e funciona nos indivíduos, cultural e historicamente nos espaços sociais das suas práticas e modos de vida”, sendo definida “[...] de forma simultânea como qualidade de todos os processos e fenômenos humanos complexos, sociais e individuais” (MITJÁNS MARTÍNEZ & GONZÁLEZ REY, 2017, p. 53). Nesse sentido, à luz dessa teoria, compreendemos a aprendizagem como produção subjetiva, ou seja, configurada subjetivamente, envolvendo contextos sociais, familiares, escolares e do contexto atual do aprendiz (MITJÁNS MARTÍNEZ & GONZÁLEZ REY, 2017).

Dessa perspectiva, as dificuldades de aprendizagem estão relacionadas à negação da expressão do sujeito, à produção de sentidos subjetivos desfavoráveis à aprendizagem e à presença de configurações subjetivas geradoras de danos (ROSSATO & MITJÁNS MARTÍNEZ, 2011). As dificuldades de aprendizagem não são investigadas de maneira universal, sendo assim, não compreende relações de causa e efeito entre as condições e as dificuldades e não busca por regularidades, pois compreende a aprendizagem como produção subjetiva (MITJÁNS MARTÍNEZ & GONZÁLEZ REY, 2017).

O cenário que temos é que o principal foco dos estudos está em como se ensina e não em como o aluno aprende (MITJÁNS MARTÍNEZ & GONZÁLEZ REY, 2017). Assim, saber a forma como o aluno aprende e o que aprende somados à reflexão do porquê não aprende são demandas urgentes no contexto da aprendizagem em Química. Nesse sentido, a aprendizagem escolar, vista como processo da subjetividade, na perspectiva cultural-histórica proposta por González Rey, poderá gerar um campo de possibilidades e reflexões para o estudo das dificuldades de aprendizagem em Química.

Material e Métodos

Com o objetivo de apresentar a aproximação teórica ao tema de pesquisa, realizamos um levantamento bibliográfico, seguido de um mapeamento sobre dificuldade de aprendizagem em Química. Utilizamos como fonte de dados a *Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações* e o *Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES* (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Para as duas fontes de busca, utilizamos os termos “Dificuldade” associado a “Aprendizagem” e “Química”, tendo priorizado teses de doutorado em Língua Portuguesa. No diretório da *Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações*, obtivemos um total de 85 teses em português. O primeiro critério de seleção das obras nessa fonte de dados foi limitar o período de busca para os anos de 2013 a 2022, posteriormente, com a leitura dos títulos, selecionamos apenas os trabalhos que envolviam a Química, sendo esse o segundo critério de seleção. O terceiro critério utilizado foram os trabalhos atenderem ao Ensino Médio, excluindo assim trabalhos voltados ao ensino superior e referentes à formação de professores. Por fim, fizemos a leitura dos resumos e buscamos a palavra dificuldade nos textos completos.

Na busca desenvolvida no *Catálogo de teses e Dissertações da CAPES*, utilizamos o mesmo intervalo de tempo utilizado para o primeiro diretório, tendo também buscado teses em Língua Portuguesa. Delimitamos como grande área: multidisciplinar; área de conhecimento: ensino de ciências e matemática; área de avaliação: ensino; área de concentração: ensino de ciências e matemática, educação em ciências e matemática e ensino de ciências e educação matemática. Priorizamos os programas de pós-graduação em educação para a ciência, educação em ciências e matemática e ensino de ciências e educação matemática, obtivemos após aplicação desses filtros um total de 468 teses. Após leitura do título, resumo e aplicando os mesmos critérios de exclusão utilizados para o primeiro banco de dados, finalizamos o levantamento.

No mapeamento apresentaremos o contexto das pesquisas, o foco principal dos estudos, o tipo de pesquisa declarado nas teses, o objetivo, os instrumentos de coleta de dados, algumas questões de pesquisa e o referencial teórico-metodológico assumido. Posteriormente, apresentaremos as definições encontradas nos textos sobre as dificuldades de aprendizagem em Química.

Resultados e Discussão

A partir do levantamento nas duas fontes de pesquisa, obtivemos um total de sete teses. No quadro síntese a seguir (**Quadro 01**), apresentamos o mapeamento.

Quadro 01: Mapeamento das teses

Ano	Título, objetivo e foco da pesquisa	Apontamentos teórico- metodológicos	
2013	<p><u>Atividades experimentais investigativas como contribuição ao desenvolvimento de modelos mentais de conceitos químicos.</u></p> <p><i>[...] “o objetivo principal do projeto é analisar a evolução dos modelos de estudantes de 1ª série do ensino médio sobre conceitos químicos quando realizam atividades investigativas experimentais” (GIBIN, 2013, p. 37).</i></p> <p>Foco: Modelos mentais construídos a partir de atividades experimentais investigativas.</p>	Tipo	Pesquisa etnográfica.
		Análise	Análise de modelos mentais por intermédio da Teoria da Aprendizagem Significativa.
		Instrumentos	Questionários, entrevistas, filmagens análise e categorização de rendimento.
		Contexto	11 turmas de 1º ano do ensino médio de duas escolas da região de São Carlos, estado de São Paulo.
2014	<p><u>A elaboração conceitual sobre representações de partículas submicroscópicas em aulas de química da educação básica: aspectos pedagógicos e epistemológicos.</u></p> <p><i>[...] “apresentar e analisar implicações pedagógicas e epistemológicas relacionadas com a mediação de imagens representativas de partículas submicroscópicas no processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos científicos escolares de uma temática desenvolvida no ensino médio” (SANGIOGO, 2014, p. 26)”.</i></p> <p>Foco: Elaboração conceitual de representações de partículas submicroscópicas.</p>	Tipo	Pesquisa qualitativa.
		Análise	Análise microgenética e análise textual discursiva.
		Instrumentos	Questionários, entrevistas gravadas e aulas.
		Contexto	1 turma de 1º ano e 1 turma de 2º ano do ensino médio de uma escola pública de Florianópolis/SC, no âmbito do programa ensino médio inovador.
2014	<p><u>O processo criativo na aprendizagem das transformações química: uma proposta para estudantes construírem novos conhecimentos na educação básica.</u></p> <p><i>[...] analisar o processo de construção de conhecimentos de estudantes ingressantes do ensino médio ao participarem de atividades organizadas como uma proposta de ensino e aprendizagem, elaborada a partir de pressupostos considerados fundamentais para o estudo das transformações químicas (SILVA, 2014, p. 16)”.</i></p> <p>Foco: Compreender como os alunos aprendem sobre transformações químicas.</p>	Tipo	Pesquisa qualitativa; estudo de caso.
		Análise	Categorização por acervo (BARDIN, 2009); Classificação analógica e progressiva dos elementos em cada caso.
		Instrumentos	Questionários, entrevistas e atividades.
		Contexto	5 professores do ensino técnico; 5 professores do ensino médio; 4 professores dos cursos de bacharelado em química, química industrial e engenharia química; 5 professores da licenciatura em química e 17 estudantes do 1º ano do ensino médio técnico integrado do IFRS.



2015	<p><u>Alfabetização tridimensional, contextualizada e histórica no campo conceitual da estereoquímica.</u></p> <p><i>[...] necessidade do estudo dos processos de aprendizagem de conceitos do campo da estereoquímica e o desenvolvimento de estratégias didáticas que favoreçam sua aprendizagem (RAUPP, 2015, p. 17)”.</i></p> <p>Foco: Tornar mais eficiente o ensino e a aprendizagem da estereoquímica no ensino médio.</p>	Tipo	Pesquisa qualitativa
		Análise	Teoria sócio-histórica do desenvolvimento cognitivo de Vigotsky e teoria dos campos conceituais de Vergnaud – Teorias cognitivistas.
		Instrumentos	Entrevista, atividade experimental e testes.
		Contexto	6 estudantes de química do ensino superior; análise de livros didáticos; 9 professores de química dos níveis médio, técnico e superior e 49 estudantes do ensino médio/técnico em química.
2015	<p><u>A compreensão de reação química como um sistema complexo a partir da discussão dos erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio.</u></p> <p><i>[...] investigar, identificar e caracterizar os erros e dificuldades de aprendizagem sobre reações químicas como um sistema complexo, assim como conhecer as razões que professores de Química atribuem a esses erros e dificuldades” [...]. MENESES, 2015, p. 34.</i></p> <p>Foco: Compreender a dificuldade de integração sistêmica do conceito de reação química.</p>	Tipo	Pesquisa qualitativa
		Análise	Análise qualitativa e quantitativa, análise do discurso.
		Instrumentos	Análises das respostas das provas e entrevistas com professores.
		Contexto	Análise de 126 provas de vestibular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN de candidatos ao curso de Licenciatura em Química.
2015	<p><u>O desenvolvimento conceitual de estudantes sobre a estrutura da matéria e sua utilização na explicação de fenômenos: um estudo longitudinal.</u></p> <p><i>[...] verificar como ocorre e se desenvolve a construção dos conceitos acerca da estrutura da matéria e quais as dificuldades envolvidas nesse processo de aprendizagem (CARMO, 2015, p. 11)”.</i></p> <p>Foco: Promover a reestruturação das concepções dos estudantes sobre a estrutura da matéria.</p>	Tipo	Pesquisa qualitativa
		Análise	Criação de categorias de dimensão de análise. Não explicita a epistemologia assumida.
		Instrumentos	Questionários, entrevistas, representações pictóricas, gravações de áudios e notas de campo.
		Contexto	91 alunos do ensino médio e uma professora na primeira etapa, após isso, 4 alunos acompanhados durante as três séries do ensino médio.
2018	<p><u>Transição progressiva dos modelos explicativos de estudantes do nível médio sobre forças intermoleculares.</u></p> <p><i>[...] procuraram-se as causas das dificuldades dos estudantes e fatores que determinam a geração de concepções alternativas, com o objetivo de compreender o ensino e a aprendizagem dos tópicos relacionados às forças intermoleculares (MIRANDA, 2018, p. 75)”.</i></p> <p>Foco: Processo de ensino e aprendizagem de forças intermoleculares no nível médio.</p>	Tipo	Pesquisa qualitativa
		Análise	Análise qualitativa e quantitativa (abordagem mista).
		Instrumentos	Busca em periódicos nacionais e internacionais, análise, categorização e discussão das pesquisas.
		Contexto	Levantamento de artigos publicados na área de ensino de Ciências e Química em periódicos nacionais e internacionais entre 1991 a 2015.

Fonte: Autores, 2022

A interpretação das informações presentes no Quadro 1, nos permitiram indicar que:

1. O foco das pesquisas têm sido os alunos, o conteúdo e o processo de ensino e aprendizagem. No que diz respeito aos alunos e sua aprendizagem, há valorização de uma visão cognitiva de aprendizagem. Quanto aos conteúdos de ensino, têm se destacado a importância da articulação entre os níveis de conhecimento (macro, micro e representacional). Em relação ao ensino e a aprendizagem, as pesquisas têm proposto intervenções pedagógicas focadas em determinados objetos de conhecimento da química, por exemplo: reações químicas, modelos atômicos, forças intermoleculares e estereoquímica;
2. Tem predominado pesquisas com abordagem qualitativa;
3. Os instrumentos mais utilizados são: questionários, entrevistas gravadas, filmagens das intervenções pedagógicas, aplicações de atividade (pré e pós teste), análise documental, análise de atividades práticas e análise de periódicos;
4. Os referenciais teóricos das pesquisas são fundamentalmente autores cognitivistas e construtivistas, destacam-se: Vygotsky, Bachelard, Ausubel, Pozo & Gómez Crespo, Jonhstone e Vergnaud.

Sobre as dificuldades de aprendizagem, Gibin (2013) atribui as dificuldades dos alunos do ensino médio ao fato dele não conseguir estabelecer relações apropriadas entre os níveis de representação em Química: o macroscópico, o simbólico e o submicroscópico. As definições encontradas no texto sobre dificuldades de aprendizagem em Química utilizam alguns referenciais teóricos como BEN-ZVI et al. (1987) e GILLESPIE (1997) que compreendem as dificuldades relacionadas às representações submicroscópicas e simbólicas das substâncias químicas, ou seja, a representação em níveis molecular e representacional. Além disso, os autores citados entendem que os níveis de representação (submicroscópico e representacional) vão requerer do aluno bastante abstração e a elaboração dos modelos mentais é estabelecido pelo estudante a partir da visão macroscópica dos fenômenos. As dificuldades são explicitadas por Gibin (2013) como sendo associadas aos processos de generalização por parte do aluno e, principalmente em relação à elaboração de modelos mentais. Por intermédio de atividades experimentais investigativas e análise da produção e avaliação do desempenho dos alunos, compreende que muitos erros estão associados a concepções alternativas (modelos mentais instáveis, confusos e ligados ao conhecimento de mundo) e a não elaboração de modelos coerentes durante a realização das atividades.

Dificuldades de aprendizagem em Química aparece no trabalho de Sangiogo (2014) associadas ao conceito de níveis de representação de Jonhstone (1982, 1993), sendo que, as dificuldades estariam associadas ao fato de no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, o desenvolvimento do conteúdo é centrado em um dos níveis de representação apenas, o que dificulta a articulação do conhecimento com as simbologias específicas da Química. A análise dos resultados da tese aponta para as dificuldades dos alunos em aprender conceitos abstratos e que, por conta dessa dificuldade, veem nas imagens uma ferramenta que facilita o estabelecimento de relações com o aprendido e com o concreto. O trabalho articula a proposta de estudo aos conceitos de dificuldade e a compreende como decorrente de diferentes sentidos ou significados que um discurso, palavra ou imagem podem remeter ao aluno, na interpretação, elaboração ou compreensão de uma representação.

Silva (2014) associa as dificuldades de aprendizagem ao fato de a Química apresentar uma natureza abstrata e intangível em relação aos sentidos, sendo assim, associa dificuldades



de aprendizagem à natureza da Ciência. Ou seja, a natureza abstrata da Química ocasiona dificuldades em visualizar a conexão entre os níveis de representação (macro, submicroscópico e simbólico), sendo assim, o emprego das metodologias é utilizado para investigar concepções sobre as transformações químicas e a partir da aplicação dessas metodologias, as dificuldades ficam evidentes.

Raupp (2015) afirma que o ensino de estereoquímica tem sido muito discutido, porém a complexidade na resolução de problemas no espaço tridimensional é uma das principais fontes de dificuldades de aprendizagem desse campo conceitual. Considera também que além da dificuldade em transpor estruturas em duas dimensões para três dimensões na resolução de problemas, existe a barreira motivacional do aluno para a aprendizagem. A autora concorda que as dificuldades estão na compreensão dos fenômenos nos níveis submicroscópico e simbólico, o que justifica sua afirmação sobre a dificuldade do aluno em relação à abstração durante a resolução de um problema, ou seja, o estudante compreende em nível macroscópico, mas não consegue traduzir a informação e produzir modelos teóricos coerentes em termos de átomos, moléculas, tampouco em termos de representação simbólica específica da Química (fórmulas, equações). Outro ponto importante do trabalho quando trata de dificuldades de aprendizagem, é sobre a compreensão dos conteúdos conceituais estar baseada fortemente em conceitos científicos e não em como os fenômenos estão relacionados ao cotidiano do aluno. A autora também aponta para dificuldades associadas à estrutura espacial quando ocorre a visualização inadequada e dificuldade em manipular mentalmente a representação tridimensional. Embora o trabalho seja sobre estratégias didáticas em um campo conceitual específico, se dedica em investigar as dificuldades de aprendizagem associadas à estereoquímica.

Meneses (2015) investigou, identificou e caracterizou os erros e dificuldades de aprendizagem sobre reações químicas como um sistema complexo e propôs conhecer as razões que professores de Química atribuem a esses erros e dificuldades. O foco principal do trabalho é compreender a dificuldade de integração sistêmica do conceito de reação química e é desenvolvido a partir da análise de 126 provas de vestibular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN de candidatos ao curso de Licenciatura em Química.

Considerando a ideia principal de integração sistêmica do conceito de reação química, Meneses (2015) desenvolve um estudo amplo no campo das dificuldades de aprendizagem em Química, apresentando perspectivas e análises para a compreensão das dificuldades de aprendizagem sobre os seguintes pontos de vista: (1) dificuldades na compreensão do conceito de reação química; (2) dificuldades relacionadas aos aspectos macro, submicroscópico e simbólico das reações químicas; (3) dificuldades na dimensão quantitativa das reações químicas; (4) dificuldades na dimensão energética das reações químicas; (5) dificuldades na dimensão cinética das reações químicas; (6) dificuldades na dimensão do equilíbrio.

Sobre o ponto de vista do conceito (1) a autora utiliza como referencial Erduran e Scerri (2002) concordando com o reducionismo do conceito de reação química, apresentado como de caráter meramente físico de simples mudança de lugar dos átomos. Sobre dificuldades relacionadas aos níveis de representação na Química (2), Meneses (2015) utiliza Johnstone (2000) como aporte teórico para explicar as dificuldades a partir do desequilíbrio no processo de ensino e aprendizagem que ocorre prioritariamente em níveis macroscópico e representacional, impedindo que os aspectos estruturais (submicroscópicos) sejam devidamente integrados, dificultando assim a capacidade de geração de modelos, por parte dos alunos, além disso, a linguagem simbólica apresenta um obstáculo na aprendizagem.

Quanto ao aspecto quantitativo das reações químicas (3), as dificuldades partem da não consideração quantitativa das reações e da visão de reação apenas como rearranjo de átomos, corroborando com o aspecto (1), já mencionado anteriormente. Nesse sentido, utilizando Mortimer e Miranda (1995), a visão quantitativa das reações químicas precisaria levar em consideração um conceito fundamental: o de conservação de massa. Sobre as dificuldades associadas à dimensão energética (4), a autora destaca para a dificuldade de o aluno compreender o envolvimento de energia nas transformações químicas. Sobre o aspecto na dimensão cinética das reações (5), destacam-se como referenciais Marturano et al. (2014), enfatizando a necessidade de entendimento do caráter dinâmico das partículas e destacando as dificuldades como produto do caráter empírico e abstrato na abordagem do tema. Com relação às dificuldades associadas a dimensão do equilíbrio (6), o trabalho destaca que o emprego de um raciocínio linear e sequencial dificulta a compreensão do equilíbrio como sendo um processo dinâmico.

As dificuldades de aprendizagem em Química em termos de modelos atômicos são destacadas na tese de Carmo (2015) como expressas em: (1) dificuldades em evoluir em concepções e noções sobre partículas e espaços vazios; (2) dificuldades na superação de modelos utilizados; (3) dificuldades em utilizar o modelo atômico na construção de explicações em nível submicroscópico; (4) dificuldades em reconhecer a natureza elétrica da matéria; (5) dificuldades de o aluno superar a visão aparente dos fenômenos; (6) dificuldades em representar a ideia abstrata de átomo; (7) dificuldades em reconhecer as reações químicas como produto de quebras de ligações químicas e não simples rearranjo físico dos átomos; (8) dificuldades em alcançar níveis de maior grau de reflexão para explicar fenômenos.

O trabalho de Miranda (2018) desenvolveu uma sequência didática (SD) investigativa como recurso pedagógico sobre o ensino de forças intermoleculares. Como questões de pesquisa, destacam-se: (1) como ocorre o ensino e a aprendizagem do conteúdo de forças intermoleculares no nível médio e quais as tendências atuais das pesquisas desenvolvidas nesse campo de estudo? e (2) como favorecer a transição progressiva dos modelos explicativos de estudantes de nível médio sobre forças intermoleculares, por meio do desenvolvimento de sequências didáticas, voltadas para a abordagem diferenciada do tema? Para dar conta do estudo, emprega-se para análise de dados a abordagem mista (qualitativa e quantitativa).

O autor destaca que as principais dificuldades são: (1) dificuldades em interpretar as propriedades das substâncias por meio de forças intermoleculares; (2) dificuldades em transitar pelos três níveis de representação segundo Johnstone (2000); (3) dificuldades de abstração por parte dos alunos; (4) dificuldades de distinção entre os níveis de representação da matéria; (5) dificuldades na construção de modelos explicativos; (6) dificuldades em explicar fenômenos; (7) dificuldades em diferenciar interações intermoleculares do conceito de ligação química e (8) dificuldades em superar a visão empirista dos fenômenos em estudo.

Também buscamos saber sobre as contribuições, desdobramentos e perspectivas de superação das dificuldades de aprendizagem. Nesse sentido, Gibin (2013) avalia que houve mudança na construção dos modelos mentais dos estudantes, quando constata a evolução em relação às representações submicroscópicas de reagentes e produtos pelos alunos envolvidos na pesquisa, compreende que tal evolução se dá em detrimento do conhecimento das concepções dos estudantes sobre os fenômenos químicos, da posterior produção e aplicação da atividade experimental que deu espaço para que os estudantes desenvolvessem hipóteses, gerando novos modelos mentais, fato considerado por ele como um indício da ocorrência da aprendizagem.

Sangiogo (2014) aponta para a dificuldade de articulação entre os níveis de



representação (macro, submicro e simbólico) o que conseqüentemente traria implicações na compreensão da equação química como sendo representação de uma transformação química. Defende que a abordagem correta dos conteúdos de imagens pode ser uma importante ferramenta para o desenvolvimento de elaborações conceituais coerentes com o conhecimento químico e com o pensamento em nível submicroscópico. Silva (2014), entende que os estudantes não integram conhecimentos nos níveis de representação da química, sendo assim, considera isso como sendo uma barreira para a visualização e integração de conhecimentos fundamentais para a compreensão das transformações químicas. Como contribuição da pesquisa, cria um objeto de aprendizagem com o objetivo de criar condições para que os estudantes expressem suas teorias implícitas a respeito das transformações químicas, com vistas a conduzir a intervenção e mediação do professor, proporcionando reflexão e a criação de novos modelos mentais sobre o objeto de estudo.

Raupp (2015) reconhece a pouca familiarização dos alunos com a visão tridimensional de átomos e moléculas e que os fenômenos da estereoquímica são pouco explorados no cotidiano. Afirma que a utilização de modelos concretos, o uso de ilustrações, modelagem e simulações computacionais, aliados à compreensão histórica e conceitual sobre o objeto de conhecimento seriam estratégias que trariam significado ao estudante e auxiliariam na compreensão dos fenômenos, mediando dessa forma, as dificuldades de aprendizagem sobre a estereoquímica. Meneses (2015) propõe a mudança na abordagem do tema reações químicas, no sentido de estimular uma visão que privilegie todos os aspectos envolvidos em uma transformação química: o simbólico e representacional, o macroscópico, o submicroscópico, o energético, o cinético e o quantitativo e apresenta como proposta de superação das dificuldades, a estruturação sistêmica dos conteúdos, visando a aquisição de estruturas conceituais complexas, tornando os conhecimentos mais significativos.

Carmo (2015) indica que ideias fundamentais sobre a estrutura da matéria são pouco elaboradas pelos estudantes, além disso, apresentam vaga compreensão sobre a existência de espaços vazios e movimento entre as moléculas, identifica a presença de concepções alternativas e aponta para a necessidade de retomada constante de conceitos sobre a estrutura da matéria, a fim de possibilitar ao aluno a reestruturação de suas concepções sobre a explicação dos fenômenos, com foco na aprendizagem significativa e superação das dificuldades. Por fim, Miranda (2018) destaca a pouca atenção dada pelos educadores químicos brasileiros à temática das forças intermoleculares, afirma que as pesquisas, empíricas, em sua maioria, são capazes de delinear as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem e propor soluções que favoreçam o aprendizado de conceitos químicos e que as atividades desenvolvidas promovam a evolução conceitual por parte dos estudantes, quando estes passam a ser capazes de expressar modelos de forma científica, aumentando gradativamente o poder de abstração e favorecendo assim a superação das dificuldades de aprendizagem.

Considerações Finais

As sete teses selecionadas para esse trabalho compreendem as dificuldades de aprendizagem relacionadas ao conteúdo abstrato da Química, à não transição entre os níveis de representação na Química: o macroscópico, submicroscópico e o simbólico, tendo como foco principal o ensino e suas estratégias, e não a aprendizagem. As pesquisas não exploram e nem explicitam o conceito de dificuldades de aprendizagem.

Todos os trabalhos associam as dificuldades de aprendizagem à não transição adequada

entre os níveis de representação em Química (macroscópico, submicroscópico e representacional). Se concentram em desenvolver estudos associando métodos/estratégias para a melhoria do ensino/aprendizagem de objetos de conhecimento específicos da Química.

As pesquisas sobre dificuldades de aprendizagem em química apresentam resultados importantes de serem considerados pelas pesquisas futuras. Contudo, argumentamos sobre a necessidade de novos estudos, desta vez que assumam a complexidade dos processos humanos. Nesse sentido, a Teoria da Subjetividade (TS), proposta por Fernando González Rey têm permitido inaugurar um novo debate ao definir a subjetividade como ontologia dos processos humanos e compreender a dificuldade como um processo configurado subjetivamente, cuja compreensão não reside em uma relação de causa e efeito.

Acreditamos que a TS pode favorecer e servir de base para estudos mais robustos sobre dificuldades de aprendizagem em Química no ensino médio. Assim, se pretendemos assumir uma concepção de educação voltada para o aluno, suas demandas, necessidades e construções é importante consideramos a aprendizagem como produção subjetiva.

Referências

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução de Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70, LDA: Lisboa, 2009.
- BEM-ZVI, R.; EYLON, B.; SILBERSTEIN, J. Students visualization of a chemical reaction. **Education in Chemistry**. Cambridge, v. 7, p. 117-120, 1987.
- CARMO, M. P. **O desenvolvimento conceitual de estudantes sobre a estrutura da matéria e sua utilização na explicação de fenômenos: um estudo longitudinal**. 2015. Tese (Doutorado em ensino de ciências). Faculdade de educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- ERDURAN, S. SCERRI, E. The nature os Chemical Knowledge and Chemical Education. In: GILBERT, J. et al. (ed.), **Chemical Education: Towards Research-Based Practice**, p. 7-28, 2002.
- GIBIN, G. B. (2013). **Atividades experimentais investigativas como contribuição ao desenvolvimento de modelos mentais de conceitos químicos**. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.
- GILLESPIE, R. G. Commentary: reforming the general chemistry textbook. **Journal of Chemical Education**. Washington DC, v 74, n. 5, p. 484-485, 1997.
- GÓES, M. C. R. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: Uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cadernos Cedes**. ano XX, nº 50, p. 9-25, 2000.
- JOHNSTONE, A. H. **Macro and Microchemistry**. The School Science Review, v. 64, n. 227, 1982, p. 377-379.
- _____. **The development of chemistry teaching: a changing response to changing demand**. Journal of Chemical Education, Washington, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.
- _____. **You Can't Get There from Here**. Journal of Chemical Education, v. 87, n. 1, 2010, p. 22-29.
- MENESES, F. M. G. **A compreensão de reação química como um sistema complexo a partir da discussão dos erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio**. 2015. 271 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.
- MENESES, F. M. G.; NUNEZ, I. B. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. **Ciência & Educação**, v.24, n.1,



p. 175-790, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/dh6JQtXfHZtHm7Trzq7TCf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 out. 2022.

MIRANDA, A. C. G. **Transição progressiva dos modelos explicativos de estudantes do nível médio sobre forças intermoleculares**. 2018. Tese (Doutorado em ciências: Química da vida e saúde). Faculdade de educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

MITJÁNS MARTÍNEZ, A.; GONZÁLEZ REY, F. **Psicologia, educação e aprendizagem escolar: avançando na contribuição da leitura cultural histórica**. São Paulo: Cortez, 2017.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. D. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2000.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 2, p. 23-26, 1995.

OLIVEIRA, A. C. S.; SOUZA, J. R.; ALMEIDA, K. S.; SILVA, B. M. A.; LUZ, A. J. R. V. A literatura de cordel como metodologia ativa no ensino e aprendizagem de Química. **Research, Society and Development**. V. 10, n. 7, p. 1-15, 2021.

POZO, J. I. **Aprendices y maestros. La psicología cognitiva de aprendizaje**. 2 ed. Madrid: Alianza Editorial S.A., 2008.

POZO, J. I.; GÓMEZ C. M. A. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

POZO, J. I.; PÉREZ ECHEVERRÍA, M. D. P. **Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender**. In: POZO, J. I. (Ed.). *A Solução de problemas, aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

RAUPP, D. T. **Alfabetização tridimensional, contextualizada e histórica no campo conceitual da estereoquímica**. 2015. Tese (Doutorado em educação em ciências). Instituto de Ciências Básicas da saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

ROSSATO, M.; MITJÁNS MARTÍNEZ, A. A superação das dificuldades de aprendizagem e as mudanças na subjetividade. In: MITJÁNS MARTÍNEZ, A.; TACCA, M. C. V. R. **Possibilidades de Aprendizagem: Ações pedagógicas para alunos com dificuldade e deficiência**. Campinas: Alínea, 2011.

SANGIOGO, F. A. **A elaboração conceitual sobre representações de partículas submicroscópicas em aulas de Química da educação básica: aspectos pedagógicos e epistemológicos**. 2014. Tese (Doutorado em educação científica e tecnológica). Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2014.

SILVA, D. R. S. **O processo criativo na aprendizagem das transformações químicas: uma proposta para estudantes construírem novos conhecimentos na educação básica** 2014. Tese (Doutorado em educação em ciências). Instituto de Ciências Básicas da saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n. 2, p. 275-290, 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br:80/ienci/artigos/Artigo_ID264/v16_n2_a2011.pdf. Acesso em 30 out. 2022.

WERTSCH, James V. **Vygotsky y la formación social de la mente**. Tradução de Javier Zanón e Montserrat Cortés. Barcelona: Paidós, 1988.