

Reações químicas para alunos com deficiência visual a partir da análise de livros didáticos

Juliane Cristina Molena¹

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8607-9164>

Luciana Maria Estevam Marques³

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5205-1374>

Estéfano Vizconde Veraszto²

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4029-4803>

Brena Santana Zanzarini Nahum⁴

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5776-375X>

Resumo

Inicialmente foi realizada uma pesquisa qualitativa documental, em que os dados foram os dois livros didáticos de química, da 1ª série do ensino médio, aprovados no Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2018 e com maior adesão pelos professores da rede pública da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Em ambos os livros é evidente a priorização do sentido visual para verificar a ocorrência de reações químicas. Para preencher a lacuna sobre a necessidade de recursos de apoio para o ensino de reações químicas a alunos com deficiência visual, o principal objetivo foi a elaboração de propostas de atividades experimentais tanto para esses alunos, como para videntes, possibilitando o uso dos sentidos perceptivos, além da visão. As propostas de experimentos abordam a especificidade do ensino de química, tratando do conceito de reações químicas, do fenômeno que caracteriza a ocorrência das transformações, e a sua representação.

Palavras-chave: experimentação; ensino de ciências; inclusão educacional.

Abstract

Initially a qualitative documentary research was carried out, in which the data were the two chemistry textbooks, from the 1st grade of high school, approved in the 2018 National Book and Didactic Material Program and with greater adherence by the network's teachers of the São Paulo State Department of Education. In both books it is evident the prioritization of the visual sense to verify the occurrence of chemical reactions. To fill the gap on the need for support resources for the teaching of chemical reactions to visually impaired students, the main objective was to develop proposals for experimental activities for both students and seers, enabling the use of perceptual senses, beyond sight. The experiment proposals address the specificity of teaching chemistry, dealing with the concept of chemical reactions, the phenomenon that characterizes the occurrence of transformations, and their representation.

Keywords: experimentation; science teaching; educational inclusion.

¹ Mestra em Educação em Ciências e Matemática, Laboratório de Tecnologias e Inclusão, Universidade Federal de São Carlos, juliane_molena@hotmail.com

² Doutor em Educação, Ciência e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de São Carlos, estefanovv@ufscar.br

³ Mestranda em Educação em Ciências e Matemática, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de São Carlos, marquesluciana@estudante.ufscar.br

⁴ Mestranda em Educação em Ciências e Matemática, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de São Carlos, zanzarinibrena@gmail.com

1 Introdução

Devido às especificidades do ensino de cada ciência, por exemplo, física, química e biologia, associadas à diversidade de necessidades especiais de cada aluno, a elaboração de recursos que atendam a essas necessidades é um desafio atual, principalmente quando se trata de alunos com deficiência visual, já que há escassez de materiais de apoio.

Trabalhos já publicados mostram que existem recursos didáticos para o ensino de física a alunos com deficiência visual, no entanto é preciso investir em desenvolvimento de recursos voltados ao ensino de química e biologia (CAMARGO, 2012; 2016).

Além da falta de recursos didáticos, quando o ensino de química é direcionado a alunos com deficiência visual, as dificuldades podem ser agravadas, já que se trata de duas abordagens que necessitam de formação docente específica para: dominar o ensino de química, entendendo a especificidade dessa ciência e saber identificar as necessidades e particularidades dos alunos.

Outro fator relevante é a comunicação estabelecida entre o docente e o aluno, pois as vias receptivas são diferentes e por estarmos inseridos em uma sociedade construída visualmente esquecemos dos outros sentidos perceptivos, como a audição, tato, paladar e olfato.

Conforme identificado por Molena (2018), os professores apontaram conceitos difíceis de serem ensinados a alunos com deficiência visual, entre eles: reações químicas, moléculas, modelo atômico, elétron, ligações químicas, entre outros. Nesse sentido, esse trabalho busca resolver o seguinte questionamento: como ensinar o conceito de reações químicas para alunos com deficiência visual e alunos videntes em uma perspectiva inclusiva?

Considerando o problema, sabemos que o conteúdo tem forte apelo visual (CAMARGO, 2012; MOLENA, 2018; VERASZTO *et al.*, 2018a, 2018b, 2018c), mas que também buscaremos identificar se esse fato, de alguma maneira, é suprido por propostas de atividades diferenciadas. A princípio, partimos da hipótese que essa demanda não é suprida pelos livros didáticos.

Sendo assim, a pesquisa teve como objetivo principal identificar possibilidades de ensinar reações químicas para alunos com deficiência visual, buscando respostas para o problema de pesquisa, seja por encontrar evidências explícitas nos documentos investigados, seja para propor alternativas de ensino em uma perspectiva inclusiva, considerando discentes com deficiência visual.

Para isso, foi realizada uma pesquisa nos livros didáticos de química mais utilizados pelos professores e aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) no ano de 2018. O objetivo foi analisar a abordagem sobre reações químicas, para identificar os sentidos perceptivos utilizados para evidenciar as ocorrências de reações químicas, buscando eventuais propostas inclusivas, considerando a perspectiva da deficiência visual e propor aulas experimentais que podem ser utilizadas por alunos com deficiência visual.

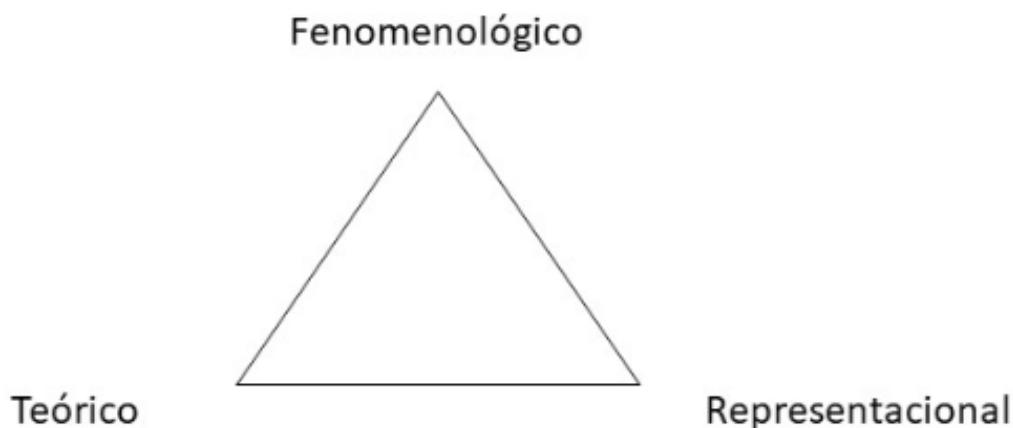
2 Marco teórico

2.1 O processo de aprendizagem e a especificidade do ensino de química.

O ensino de química foi estruturado inicialmente por Johnstone (1982), a partir da combinação de três níveis: descritivo e funcional, representacional e explicativo. No entanto, essa estrutura foi sendo aperfeiçoada pelo próprio autor e demais pesquisadores, chegando à proposta mais atual de Mortimer, Machado e Romanelli (2000).

A figura 1 representa a inter-relação entre os aspectos do conhecimento químico, aspectos esses necessários para desenvolver o pensamento científico de acordo com Mortimer, Machado e Romanelli (2000).

Figura 1 – Inter-relações entre os aspectos do conhecimento químico



Fonte: Mortimer, Machado e Romanelli (2000, p. 277)

Para entender sobre a especificidade do ensino de química, é preciso fazer a distinção entre os três aspectos. O aspecto fenomenológico abrange as características macroscópicas, ou seja, estão englobadas as transformações e as propriedades de substâncias e materiais, por exemplo, a mudança de estados físicos da matéria. Esse aspecto pode ser observado tanto pelo sentido visual como pelos demais, já que as evidências de transformações podem ser percebidas pelo tato, por exemplo a liberação ou absorção de energia térmica e por meio do olfato, identificando a liberação de substâncias com odores característicos.

Vale destacar que existem fenômenos que não são percebidos pelo sentido visual, sendo necessário utilizar os outros sentidos perceptivos para identificar tais ocorrências, não sendo o fator que irá interferir no processo de aprendizagem. Um exemplo são as reações em que não ocorre mudança de coloração, ou seja, a evidência de uma transformação química não é percebida pelo sentido visual. No entanto, por estarmos inseridos em uma sociedade construída majoritariamente pelas percepções visuais, esse aspecto é pautado nessas percepções, mas se pode utilizar de outras como via de acesso à informação e evidência da ocorrência dos fenômenos.

Em relação ao aspecto teórico, que aborda as características microscópicas, sendo a abordagem do conceito atômico-molecular, como por exemplo, átomos, moléculas, íons etc., em que as explicações são pautadas em explicações de modelos abstratos, ou seja, independe do sentido perceptivo visual (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000)

No aspecto representacional, estão as representações sobre a linguagem química, como fórmulas e equações químicas, representações dos modelos, gráficos e equações matemáticas (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Em relação à abordagem dos três aspectos característicos do ensino de química, a maior dificuldade é relacioná-los durante a explicação, já que o ensino dessa ciência é fragmentado no quesito da explanação dos três níveis. Sendo assim, o aspecto representacional é dissociado da explicação do conceito envolvido, em que as fórmulas apresentadas são interpretadas como fórmulas matemáticas sem relação com conceitos e fenômenos.

No ensino de química, a linguagem é mediada por meio de representações simbólicas de conceitos e procedimentos. Na experimentação, as informações são obtidas socialmente a partir da percepção visual, por exemplo, titulações com mudanças de cores, ocorrências de reações, pesagens em balanças sem emissão de sinais sonoros, visualização de volumes no preparo de soluções, entre outras atividades práticas (BENITE *et al.*, 2017b).

Vigotski (1991), diz que experimentos mediados com o auxílio de instrumentos (mediação instrumental) podem contribuir para a atribuição de sentidos aos fenômenos

observados, portanto é fundamental que esse método seja utilizado para auxiliar os alunos na apropriação dos conhecimentos científicos.

Os experimentos precisam ter um caráter investigativo, sendo considerados como forma de o professor explorar as ideias dos alunos, buscando a compreensão conceitual. Porém, o ensino de química sofre com a escassez de recursos de tecnologias assistivas para trabalhar com deficiência visual em qualquer nível de ensino (BENITE *et al.*, 2017a). Devido à falta de tecnologias assistivas é necessário trabalhar no desenvolvimento desses recursos para atender as necessidades dos alunos.

Com esses apontamentos, fica evidente a necessidade de utilizar instrumentos para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de conceitos e fenômenos químicos, com abordagem da especificidade do ensino de química para conseguir uma aprendizagem efetiva dessa ciência. Esse processo pode vir acompanhado da experimentação, pois é uma forma de mediar o conhecimento e perpassar pelos três aspectos característicos do ensino de química, deixando de ser um ensino pautado em representações sem conexões com os significados.

2.2 Alunos com deficiência visual e a comunicação como barreira

Como este trabalho é destinado ao ensino de química para alunos com deficiência visual, faz-se necessário uma definição do termo e para isso foi utilizado o Decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004, sendo considerada pessoa com deficiência visual aquela que possui cegueira ou baixa visão, conforme descrito a seguir:

Cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60°; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores (BRASIL, 2004, p. 2).

Segundo Camargo (2012), uma pessoa é considerada cega quando ela vê a 20 metros de distância aquilo que uma pessoa de visão comum veria à 400 metros de distância. Sendo assim, com acuidade visual menor que a mencionada na legislação, as pessoas são consideradas cegas mesmo que sejam capazes de ver vultos ou alguma imagem.

Não se pode esquecer de considerar o referencial perceptual da deficiência visual, ao invés de comparar com o referencial utilizado pelo vidente. No primeiro caso, quando falamos em deficiência visual, temos que ressaltar que eles têm uma dialética diferente, devido ao conteúdo não visual (cego) ou reduzido (baixa visão) e a organização, em que a especificidade dessas pessoas está nos sentidos predominantes de que dispõe, ou seja, dispor de todos os órgãos dos sentidos é diferente de contar com a ausência de um deles: muda o modo próprio de estar no mundo e de se relacionar (MASINI, 1997).

Quando tratamos do ensino de química para alunos com deficiência visual, as representações são pautadas no sentido visual, não sendo acessíveis a todos os alunos. Por isso, é necessário que os professores façam adaptações e adequações de acordo com as particularidades dos alunos.

Além da dificuldade de abordar os três aspectos da especificidade do ensino de química, outra barreira é a comunicação, conforme já apontado em alguns momentos, já que as vias de acesso às informações por alunos com deficiência visual são diferentes dos demais, sendo necessário atender as necessidades de todos. Por isso, é importante entender como esse acesso acontece.

A comunicação será efetiva se as pessoas participantes desse processo tiverem condições de acessibilidade às informações trocadas e se o compartilhamento de informações ocorrer entre pessoas que conhecem o código de veiculação utilizado (CAMARGO, 2012).

Quando a comunicação é analisada na perspectiva do processo de ensino e aprendizagem, ela pode ser determinada por meio das relações comunicacionais entre docentes e alunos ou até mesmo entre os próprios alunos.

Durante a comunicação são utilizados códigos que carregam consigo significados, tendo uma estrutura empírica específica, em que a informação é organizada, armazenada, veiculada e percebida. Essa estrutura empírica pode ser organizada em termos fundamentais e mistos (Quadro 1).

Quadro 1 – Organização da estrutura empírica

| ESTRUTURA EMPÍRICA | |
|--------------------|----------------|
| FUNDAMENTAIS | MISTOS |
| Visual | Audiovisual |
| Auditiva | Tátil-visual |
| Tátil | Tátil-auditiva |

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas informações de Camargo (2012).

Os códigos fundamentais são articulados de forma autônoma ou independente entre eles, enquanto os códigos mistos são quando os códigos fundamentais são combinados de forma interdependente, ou seja, um código depende do outro para ser compreendido, por exemplo, ao utilizar a estrutura audiovisual, os códigos auditivos e visuais permitem o acesso às linguagens apenas a partir da observação simultânea dos códigos (CAMARGO, 2012).

Quando falamos de alunos com deficiência visual, é necessário pensar nos recursos que são utilizados durante as aulas, pois cada aluno possui uma particularidade em relação à deficiência em questão, já que os recursos que utilizam códigos Audiovisual e Tátil-visual não são ideais para esse público, pois dependem da visão para compreender o significado do código ensinado.

Ainda nos aspectos comunicacionais do processo de ensino e aprendizagem, se tem a influência da estrutura semântico-sensorial da linguagem, em que são estabelecidas as relações entre o significado e percepção sensorial (mais especificamente do sentido visual), sendo apontadas as três formas distintas de interferência no processo de aprendizagem: significados indissociáveis; significados vinculados; e significados sensorialmente não relacionáveis (CAMARGO, 2012):

✓ Significados indissociáveis: a representação mental pode ou não estar vinculada à representações visuais;

✓ Significados vinculados: podem ser destacadas à vinculação as representações visuais e representações nãovisuais, em que na primeira são significados registrados por códigos visuais e observados pelo olho, mas sempre poderão ser registrados e internamente representados por meio de códigos e representações não visuais e nos significados vinculados às representações não visuais os registros são feitos por códigos não visuais e podem ser observados por meio de outros sentidos; e

✓ Significados sensorialmente não relacionáveis: não há correspondência entre as representações mentais e sensoriais em relação ao conceito/fenômeno ensinado. Os significados que estão sendo abordados são aqueles que não podem ser observados diretamente, é algo abstrato que foi criado para explicar os fenômenos e suas propriedades.

Mas o que a estrutura empírica e a estrutura semântico-sensorial da linguagem têm a ver com o ensino de ciências para alunos com deficiência visual? Com base na pesquisa realizada por Molena (2018), diversos professores apontaram que ensinar química a alunos com

deficiência visual é algo que envolve muitas dificuldades, já que os conceitos científicos são abstratos. No entanto, nem todos os conceitos dependem do sentido visual, já que outros sentidos perceptivos podem ser utilizados para ensinar ciências a alunos com deficiência visual.

Outro aspecto a ser destacado é que os outros sentidos perceptivos, como: tato, audição, paladar e olfato também podem ser utilizados durante o processo de ensino e aprendizagem para os demais alunos e não exclusivamente para alunos com deficiência visual.

Nesse sentido, é importante ressaltar que além dos professores de química precisarem dominar a abordagem dos três aspectos característicos do ensino de química, é preciso entender que um recurso utilizado para explicar algum conceito, fenômeno ou representação a um aluno, nem sempre terá sucesso ao utilizar para ensinar a outro aluno, devido ao contexto comunicacional e também às vias perceptivas utilizadas por eles.

3 Metodologia de pesquisa

Este estudo trata-se de uma pesquisa qualitativa documental por meio da utilização de instrumentos escritos, já que os materiais analisados foram os livros didáticos aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018 (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUIDANI, 2009).

Segundo Lükdke e André (2018) a análise documental permite identificar informações factuais a partir de questões ou hipóteses de interesse.

Assim, considerando que o livro didático se constitui como uma fonte estável e rica de informações, preservado ao longo do tempo, as evidências que carregam, auxiliam na busca pela resposta ao problema apresentado nos parágrafos introdutórios.

Analisando que sobre o problema proposto não existem registros de investigações semelhantes, a análise documental aqui proposta também se justifica ao considerarmos as características exploratórias desta pesquisa, que busca elementos consistentes para propor alternativas ao ensino de química para alunos com deficiência visual em uma perspectiva inclusiva.

O tratamento metodológico das fontes investigadas, importante no processo de pesquisa, nesta investigação tem como amparo as palavras de Corseti (2006) que considera que:

os processos de associar e relacionar são fundamentais para a superação da Metodologia Tradicional. A “Revolução Documental” que apontamos não pode ser considerada tão somente em relação à seleção das fontes a serem utilizadas, mas, sobretudo, ao tratamento dado a elas.

O ponto de partida não é assim, a pesquisa de um documento, mas a colocação de um questionamento – o problema da pesquisa. O cruzamento e confronto das fontes é uma operação indispensável, para o que a leitura hermenêutica da documentação se constitui em operação importante do processo de investigação, já que nos possibilita uma leitura não apenas literal das informações contidas nos documentos, mas uma compreensão real, contextualizada pelo cruzamento entre fontes que se complementam, em termos explicativos (CORSETI, 2006, p. 36).

Sendo assim, não deixamos de problematizar a análise, cujas técnicas serão apresentadas em tópicos subsequentes, à luz da literatura, buscando respostas para o problema de pesquisa e propondo alternativas quando os dados vierem a corroborar com a hipótese lançada na introdução.

3.1 Caracterização dos documentos

O livro didático é um instrumento utilizado pelos professores durante o processo de ensino e aprendizagem como material de apoio, além de desempenharem papel fundamental nas relações de ensino especialmente quanto ao planejamento e desenvolvimento das aulas.

O livro didático é o instrumento mais disseminado e utilizado pelos professores, por ser uma das possibilidades de direcionamento das práticas curriculares, que pode orientar o trabalho desse profissional (OLIVEIRA, 2014). No entanto, não deve ser o único recurso a ser utilizado, mas como uma importante ferramenta, já que existem outras fontes de informações para serem utilizadas em sala de aula, que contribuem com o processo de ensino e aprendizagem.

Para o ensino de química, o livro didático é importante instrumento norteador da prática docente, por isso a avaliação feita pelo PNLD já faz a seleção dos livros que contemplam as relações entre os aspectos característicos do ensino de química (níveis macroscópicos, teórico e representacional) e afirma que os livros abordam a experimentação, contextualização e a valorização da história da ciência para mediar a aprendizagem do nível macroscópico (BRASIL, 2017).

Como não foi possível ter acesso aos exemplares em Braille, os livros analisados foram os em formato digital, sendo aqueles disponibilizados para o professor fazer a escolha. Os livros impressos em Braille e a tinta foram distribuídos pela primeira vez em 2019, apenas para unidades escolares em que foi realizado o cadastro na ferramenta chamada Acessibilidade (BRASIL, 2019).

Para mensurar o livro didático mais aderido pelos professores e conseqüentemente distribuído aos alunos, foi realizado um levantamento, utilizando a planilha de prestação de contas do Ministério da Educação, selecionando as informações sobre os livros de química no PNLD-2018. Como a análise é direcionada sobre a abordagem do conceito de reações químicas e esse é um assunto introduzido e abordado na primeira série do ensino médio, o levantamento foi organizado considerando apenas a série correspondente.

No PNLD-2018 foram aprovadas cinco coleções de livros de Química. As informações acerca das coleções estão resumidas na tabela 1, em que traz a quantidade de livros de química, da 1ª série do ensino médio, que foram distribuídos para alunos (Leitores) e professores de escolas públicas do Brasil.

Tabela 1: Dados Bibliográficos dos Livros Analisados

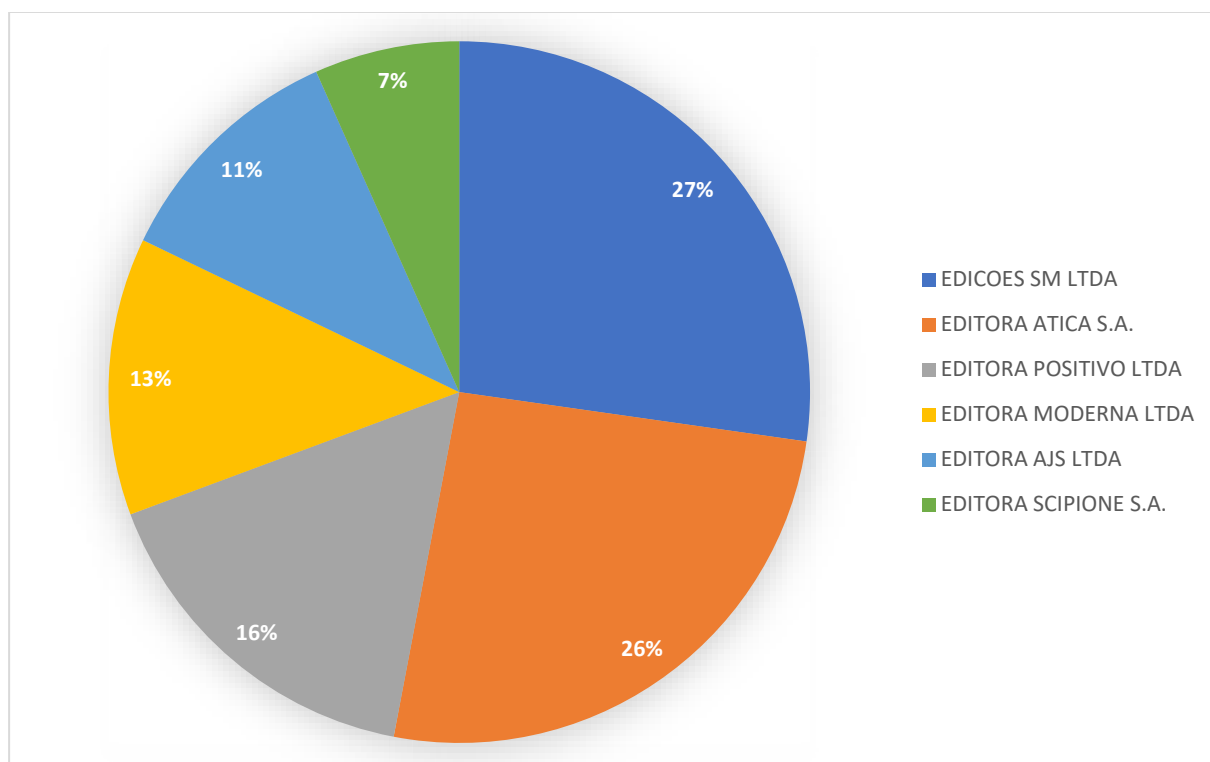
| Título | Autor(es) | Editora | Quantidade de exemplares distribuídos | |
|------------------|--|-----------------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | Leitores | Professores |
| Ser protagonista | Julio Cesar Foschini Lisboa | Edições SM LTDA | 853.407 | 11.071 |
| Química | Martha Reis Marques Fonseca | Editora Ática S. A. | 806.256 | 11.676 |
| Vivá química | Vera Lúcia Duarte de Novais e Murilo Tissoni Antunes | Editora Positivo LTDA | 511.679 | 7.205 |
| Química | Carlos Alberto Mattoso Ciscato, Luis Fernando Pereira, Emiliano Chemello e Patrícia Barrientos Proti | Editora Moderna | 400.702 | 5.611 |
| Química cidadã | Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson de Souza Mól | Editora AJS LTDA | 350.328 | 5.215 |

| | | | |
|---------|--|---------|-------|
| Química | Andréa Horta Machado e Eduardo Scipione Fleury Mortimer | 209.382 | 3.010 |
|---------|--|---------|-------|

Fonte: Elaborada pelos autores com as fontes do FNDE (2018).

Os dados sintetizados na tabela 1 foram cruciais para a escolha do instrumento de análise, na qual dois exemplares são os mais distribuídos tanto para professores como para alunos, conforme a representação do gráfico 1 a seguir. Isso se deve ao fato de que os professores são os protagonistas na escolha do livro didático adotado pela unidade escolar. Quando há mais de um professor que ministra o mesmo componente na unidade, a seleção é feita em conjunto, pois apenas uma coleção é enviada.

Gráfico 2 – Porcentagem de livros de Química da 1ª série por editora adquiridos no PNLD 2018.



Fonte: Elaborada pelos autores com as fontes do FNDE (2018).

Como a porcentagem do número de livros de química mais distribuídos para alunos das escolas públicas foi bem próxima para duas editoras (Edições SM - Julio Cesar Foschini Lisboa e Ática S.A - Martha Reis), esses dois exemplares foram analisados com base em categorias que foram criadas para direcionar a pesquisa.

3.2 Métodos e técnicas de análise

Os livros escolhidos foram analisados a partir de pressupostos da análise de conteúdo. Conforme apontam Lüdke e André (2018), a análise de conteúdo permite uma investigação do conteúdo simbólico das mensagens, que podem trazer interpretações diversas, segundo diferentes "ângulos" de análise. Nesta perspectiva, o foco da análise centra atenção na fundamentação teórica abordada anteriormente, onde características comunicacionais presentes nos aportes teóricos (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000; CAMARGO, 2012) serão levadas em consideração.

Para tanto, após a organização dos dados e seleção dos dois exemplares dos livros didáticos, as páginas que continham a abordagem sobre reações químicas foram identificadas.

Portanto, o *corpus* de análise foi definido e em seguida o material foi explorado, identificando se a abordagem dos autores contemplou os três níveis característicos do ensino de química, sendo: teórico, fenomenológico e representacional. Além de verificar a presença de propostas experimentais e identificação dos aspectos comunicacionais explorados.

Assim, dando prosseguimento à delimitação metodológica, ainda é importante apontar que existem distintas formas de se empreender a análise de conteúdo, que vai desde a contagem de palavras e/ou termos, buscando unitarização e classificação por semelhanças, até análises mais amplas que poderão se ater à interpretação analítica do conteúdo das mensagens (conforme adotamos neste trabalho) (BARDIN, 2004).

Essa diversidade de possibilidades não se configura como falta de rigor. Muito pelo contrário, mostra que o método adotado permite expansão do conhecimento acerca da temática investigada. Desta forma, a pesquisa como se configura, não é engessada, pois permite que seja refeita a partir de outras perspectivas.

Neste sentido, as decisões tomadas para a análise buscaram centrar esforços na organização de unidades de registros, buscando categorias que englobam elementos específicos, onde conteúdos semelhantes foram agregados.

Antes de prosseguir, é importante destacar que o processo de categorização não se constitui em tarefa trivial, já que busca o diálogo entre a teoria que embasa a pesquisa e as mensagens presentes no documento analisado.

As categorias foram criadas utilizando o referencial teórico apresentado, buscando a identificação se a forma como foi abordado pelos autores poderia ou não ser utilizada para o ensino de química a alunos com deficiência visual.

Nos dois exemplares analisados buscou-se identificar se os níveis característicos do ensino de química foram explorados, na qual essa categoria foi denominada de especificidade do ensino de química. Além disso, foi analisada a presença de propostas experimentais sobre o assunto, categoria esta, denominada como experimentação e por último a terceira categoria, sobre os aspectos comunicacionais envolvidos na abordagem de reações químicas.

Após o agrupamento de informações, as categorias foram exploradas e análises provenientes de processos de inferência tomaram contorno.

Por fim, é importante destacar que conforme apontam Trevisan e Sampaio (2014)

[...] Análises Documentais (de livros didáticos), efetuadas por pesquisadores acadêmicos, são, de fato, contributivas para a instigação do comportamento reflexivo dos professores acerca do material pedagógico com o qual trabalham. No entanto, para a construção de uma nova cultura educacional, onde o conceito de profissão envolva um processo de relações complexas, a Universidade deve ir além de uma oferta de seus achados críticos. Cabe a ela envolver os profissionais de outros níveis escolares em projetos coletivos e colaborativos que lhes ofereçam não apenas informações sobre as qualidades ou inadequações identificadas nos materiais didáticos; ou atualização teórica de conhecimento, mas, sobretudo, como sugere Imbernón, um espaço de “desenvolvimento de modelos de formação alternativos, como o questionamento da prática mediante projetos de pesquisa-ação” (TREVIZAN, SAMPAIO, 2014, p. 62).

Com base nestas palavras, é que a pesquisa aponta, desde os momentos introdutórios, que a intenção é ir além de simples análise documental. Retomando a proposta inicial, destacamos a intenção de propor modelos alternativos de ensino de química, considerando alunos com deficiência visual em uma perspectiva inclusiva.

Tomando por base os apontamentos, buscamos entrelaçar todas as escolhas metodológicas para dar sequência nas análises empreendidas que serão apresentadas nos tópicos subsequentes.

4 Resultados

4.1 Abordagem do conceito de reações química em livros didáticos e inferências sobre o seu ensino a alunos com deficiência visual

Com base na categoria sobre os aspectos característicos do ensino de química, no livro da editora SM LTDA de Lisboa (2016) percebeu-se a presença dos três níveis característicos do ensino dessa ciência, já que o conceito de reações químicas é introduzido por meio de uma abordagem contextualizada, indicando os fenômenos envolvidos em transformações que ocorrem no organismo, no meio ambiente, indústrias e laboratórios. Em seguida o autor faz algumas representações, por meio de equações químicas, de reações de combustão para dar início ao conceito de balanceamento.

Em relação à abordagem sobre o tópico de reações químicas no livro da Editora Ática (FONSECA, 2016), segunda editora mais aceita pelos professores de química, pode-se dizer que há contextualização com fenômenos já conhecidos pelos alunos, mas com menor intensidade, quando comparada ao outro livro analisado, se tratando de uma abordagem mais do aspecto representativo das reações e conceitual, com menor ênfase no aspecto fenomenológico. Vale destacar que Fonseca (2016) faz uma abordagem mais sucinta do conceito de reações químicas em relação a Lisboa (2016).

Portanto, nessa categoria, o livro de Lisboa (2016) contemplou plenamente a especificidade do ensino de química, enquanto o livro de Fonseca (2016) foi direcionado para o aspecto representacional e conceitual em detrimento do aspecto fenomenológico.

Já na categoria sobre a experimentação, o livro de Lisboa (2016) traz uma proposta de uma atividade experimental, na qual os alunos podem observar os fenômenos ocorrerem por meio de evidências de transformações, envolvendo tanto o aspecto fenomenológico, como o microscópico e o representacional. No entanto, todas as reações propostas nessa atividade não têm evidências que podem ser percebidas por outros sentidos, além do visual, mas isso ocorre pelo foco dado pelos autores em uma atividade experimental sobre identificação da reatividade dos metais.

No livro de Fonseca (2016), não há uma proposta experimental sobre o assunto, mas retoma uma atividade já realizada sobre indícios de transformações químicas, na qual havia formação de precipitado e liberação de gás. Por mais que não ocorra uma abordagem direta, pode-se dizer que há uma proposta experimental sobre o assunto, mesmo que seja com relação a outro conceito já abordado.

No que se refere à categoria sobre os aspectos comunicacionais, o livro de Lisboa (2016) aborda os tipos de reações, se pautando em exemplos que ocorrem formação de precipitado e mudança de coloração. No final da abordagem de reações há um tópico que explica algumas reações que liberam gases, mostrando outra evidência de ocorrência de reações além da mudança de cor.

Essa aproximação se faz importante, devido à possibilidade de percepção por parte de alunos com deficiência visual, já que a liberação de gás pode vir acompanhada da liberação de cheiros característicos. No entanto, essa abordagem não vem como proposta experimental, mas pode ser realizada utilizando essa metodologia.

No final do livro do professor (LISBOA, 2016) há uma proposta sobre reações químicas que pode ser realizada em sala de aula, no entanto a única evidência de transformações a ser observada é a formação de precipitado, não sendo acessível a alunos com deficiência visual, por ser utilizada uma via perceptível não disponível para alunos com essa deficiência.

Como a abordagem do ensino de reações químicas no livro de Fonseca (2016) é mais condensada e não há proposta experimental, os aspectos comunicacionais evidenciados são pautados na visão, já que o experimento utilizado como embasamento para explicar esse

conceito é evidenciado por mudança de cor e liberação de gás, na qual esse gás não é perceptível pelo olfato.

Quanto ao ensino de reações químicas, há significados vinculados às representações visuais de ocorrência de reações, como por exemplo, a formação de precipitado e mudança de cor da solução, no entanto pode ser explicado aos alunos utilizando a representação da reação química em Braille para alunos cegos, ou ampliada para alunos com deficiência visual, por mais que essa evidência de reação não seja visualizada na experimentação. No entanto há representações não visuais, como por exemplo, a liberação de gases com cheiros característicos, liberação de calor, que podem ser percebidos por outros sentidos.

Vale destacar que os significados são vinculados às representações visuais, mas que a aprendizagem pode ocorrer por meio de explicações com recursos de apoio, ou seja, não depende necessariamente da experimentação para compreender o conceito de reações químicas, mesmo sendo um recurso didático passível de utilização.

O livro é utilizado como um instrumento mediador do conhecimento, sendo necessário complementar com outros recursos para atender as necessidades e especificidades dos alunos.

Em ambos os livros se percebe a abordagem de transformações/reações químicas pautada no sentido visual dos participantes do processo de ensino e aprendizagem e conforme já apontado, isso se deve à construção social ser fundamentada nas percepções visuais dos cidadãos, esquecendo-se que os outros sentidos perceptivos podem e devem ser estimulados durante a aprendizagem, principalmente quando se trata do ensino de conhecimentos científicos.

4.2 Propostas de atividades experimentais para alunos com deficiência visual

Para minimizar essa lacuna entre o processo de ensino e aprendizagem de reações químicas e os outros sentidos perceptivos, a seguir estão as propostas de atividades que objetivam a identificação da ocorrência de reações, possibilitando o uso da experimentação como recurso didático para mediar a aprendizagem.

Quadro 2 – Proposta de atividade sobre reações químicas - Combustão do etanol.

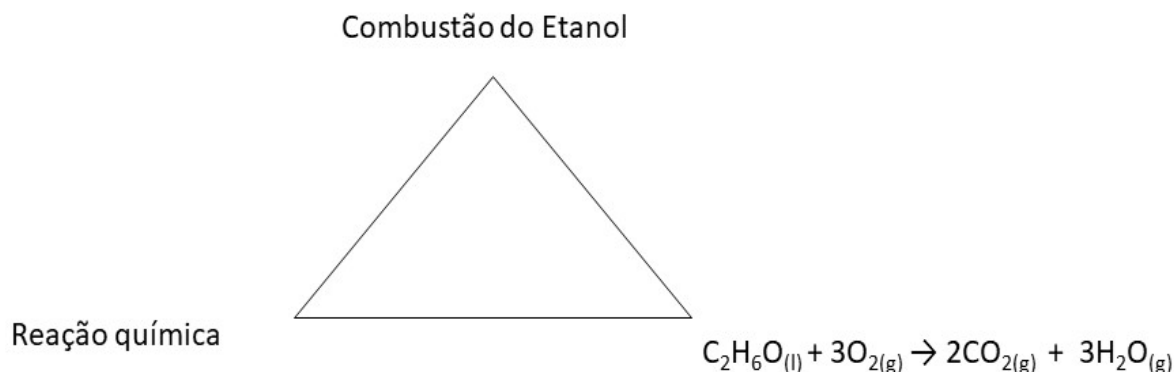
| Combustão do etanol. | |
|---|--|
| Materiais | Procedimento |
| 30mL de álcool Recipiente para queimar o álcool Fósforo | Adicionar o álcool em um recipiente apropriado e atear fogo. Observação: manter os alunos a uma distância de segurança para evitar acidentes. |
| Sentido perceptivo: Tato, olfato e visão | |
| Representação da reação: $C_2H_6O(l) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(v)$ | |

Fonte: Elaborado pelos autores

Nessa reação é possível que os alunos percebam a liberação de calor, por meio do tato, ocasionada pela reação de combustão do etanol. Além do tato, é possível utilizar o olfato para identificar a ocorrência dessa reação e o sentido visual, já que libera energia na forma de luz. Nesse último caso, por se tratar de um sentido que talvez não seja acessível aos alunos com deficiência visual, os colegas de sala e o professor podem descrever a ocorrência do fenômeno observado, possibilitando a participação de todos os alunos na atividade.

Em relação à abordagem da especificidade do ensino de química, pode-se representar conforme a Figura 2, em que o conceito a ser ensinado é reação química, por meio do fenômeno de combustão do etanol, sendo representado conforme a reação química já apresentada no Quadro 2.

Figura 2 - Representação e uma possibilidade dos 3 níveis envolvidos em uma reação química



Fonte: Molena (2018).

Uma outra proposta de atividade experimental é a reação de obtenção do etanol a partir do processo fermentativo do açúcar, ocasionando pela levedura (fermento biológico), conforme o Quadro 3.

Quadro 3 – Proposta de atividade sobre reações químicas – Fermentação alcoólica

| Fermentação alcoólica – Obtenção do etanol | |
|---|---|
| Materiais | Procedimento |
| 40mL de água 5g de açúcar 2g fermento biológico Recipiente com tampa | Adicionar água no béquer. Adicionar o açúcar e o fermento biológico e agitar. Tampar o frasco por 20 minutos e aguardar a fermentação. Observação: após a observação da liberação de gás, destampar o frasco e permitir que os alunos sintam o cheiro característico do processo fermentativo. |
| Sentido perceptivo: Olfato | |
| Representação da reação: $C_{12}H_{22}O_{11}(s) + H_2O(l) \rightarrow 4C_2H_6O(l) + 4CO_2(g)$ | |

Fonte: Elaborada pelos autores

Nessa atividade, pode-se relacionar ao processo de produção de pães e bolos e dependendo das condições, ela pode ser substituída pela produção desses produtos na própria unidade escolar, fazendo uma maior aproximação da teoria com a prática.

Vale destacar a utilização do sentido olfativo para evidenciar a ocorrência da transformação química, sentido perceptivo muito pouco explorado nas atividades escolares.

A seguir estão outros exemplos de reações (QUADROS 4 e 5) que podem ser realizadas em sala de aula, enfatizando o sentido tátil como via de acesso à informação, já que em ambas as propostas não há evidência visual que identifique a ocorrência da transformação.

Quadro 4 – Proposta de atividade sobre reações químicas - Dissolução do cloreto de amônio

| Dissolução do cloreto de amônio | |
|--|--|
| Materiais | Procedimento |
| 40mL de água Cloreto de amônio sólido Béquer de 100mL ou um copo de vidro Termômetro | Adicionar água no béquer e medir a temperatura inicial. Adicionar duas pontas de espátula de cloreto de amônio à água e agitar. Medir novamente a temperatura e anotar a variação. Observação: além de usar o termômetro, sentir com as mãos se teve uma alteração de temperatura perceptível com o tato. |
| Sentido perceptivo: Tato | |
| Representação da reação: $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ | |

Fonte: Elaborado pelos autores

Quadro 5 – Proposta de atividade sobre reações químicas - Dissolução do hidróxido de sódio

| Dissolução do hidróxido de sódio | |
|---|---|
| Materiais | Procedimento |
| 40mL de água Hidróxido de sódio Béquer de 100mL ou um copo de vidro Termômetro | Adicionar água no béquer e medir a temperatura inicial. Adicionar uma ponta de espátula de hidróxido de sódio à água e agitar. Medir novamente a temperatura e anotar a variação. Observação: além de usar o termômetro, sentir com as mãos se teve uma alteração de temperatura perceptível com o tato. |
| Sentido perceptivo: Tato | |
| Representação da reação: $\text{NaOH}(\text{s}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ | |

Fonte: Elaborado pelos autores

Um destaque importante é a possibilidade de participação de todos os alunos durante as atividades experimentais, já que um aluno com deficiência visual pode aprender as transformações com evidências visuais por meio de um mediador do conhecimento, podendo ser um colega, o professor titular, o professor auxiliar, ou seja, qualquer pessoa que descreva o que está ocorrendo durante a atividade.

Em atividades com mudança de coloração e/ou formação de precipitado, o aluno com deficiência visual poderá acompanhar por meio da descrição, mesmo não sendo possível a visualização do fenômeno, mas o objetivo da atividade poderá ser atingido, assim como a atividade poderá relacionar os três aspectos característicos do ensino de química.

Existem diversas reações químicas que podem ser feitas por meio da experimentação e os exemplos mostraram a possibilidade de diversos recursos didáticos que podem ser utilizados, tanto para alunos com deficiência visual como aqueles videntes, já que não é apenas para os

com deficiência visual que os outros sentidos estão disponíveis e seus usos devem ser incentivados durante o processo de ensino e aprendizagem.

5 Considerações finais

Um dos objetivos deste trabalho foi realizar um estudo sobre a abordagem dos livros didáticos de química do ensino médio, aprovados pelo PNLD no ano de 2018, sobre reações químicas e constatar os sentidos perceptivos utilizados para identificar as evidências de ocorrências de reações químicas, com base nas atividades propostas pelos autores.

Devido à sociedade ser construída por meio de uma perspectiva visual e a maioria das pessoas que desenvolvem os materiais de apoio serem videntes, é nítido que o processo de ensino e aprendizagem é pautado nos aspectos visuais.

Referente à análise dos dois livros mais escolhidos pelos professores para adesão, fica evidente o uso unicamente e exclusivo da visão para identificar a ocorrência das reações químicas propostas nas atividades experimentais.

Devido a essas lacunas e à necessidade de uma abordagem dos três aspectos característicos do ensino de química, este artigo trouxe quatro possibilidades de recursos didáticos que possibilitam a participação de todos os alunos no processo de ensino e aprendizagem de reações químicas. Sendo assim, propõe o uso de atividades experimentais que permitem a utilização dos outros sentidos, além da percepção visual. Além disso, o sentido visual pode ser utilizado, mas não é fator determinante para ter acesso às informações, possibilitando a aprendizagem de forma autônoma e independente.

Vale destacar que o objetivo das atividades propostas foi mostrar a possibilidade de se utilizar os outros sentidos perceptivos, além do sentido visual e enfatizar que o conceito de reações químicas pode ser ensinado a todos os alunos independentemente das limitações biológicas, desde que sejam utilizados os recursos especiais adequados.

As atividades propostas estão abordando a especificidade do ensino de química, já que traz o conceito, o fenômeno e a representação desse fenômeno. Por meio dessas atividades, é possível ensinar outros conceitos importantes para a o desenvolvimento crítico e reflexivo dos alunos, possibilitando maior entendimento sobre a matéria e suas transformações e diminuindo a barreira entre o conhecimento científico e popular.

Assuntos como esses são importantes para possibilitar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos e direcionar as propostas elencadas nos livros didáticos, possibilitando um olhar diferenciado acerca do ensino de química e transposição dos conceitos dessa ciência, permitindo que seja acessível a todos os alunos.

Referências

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Trad.: RETO, L. A. e PINHEIRO, A. 3. ed. Edições 70. Lisboa, Portugal. 2004.

BENITE, C.R.M.; BENITE, A.M.C.; BONOMO; F.A.F.; VARGAS, G.N.; ARAÚJO, R.J.S.; ALVES, D.R. A experimentação no Ensino de Química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado. **Química nova na escola**. São Paulo, SP, v. 39, n. 3, p. 245-249, ago. 2017a.

BENITE, C.R.M.; BENITE, A.M.C.; BONOMO, F.A.F.; VARGAS, G.N.; ARAÚJO, R.J.S. e ALVES, D.R. Observação inclusiva: o uso da tecnologia assistiva na experimentação no Ensino de Química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.12, n.2, p. 94-103, 2017b.

BRASIL, Casa Civil. **Decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm. Acesso em: 21 jan. 2021.

Brasil. Ministério da Educação. **PNLD 2018: química – guia de livros didáticos – ensino médio/ Ministério da Educação – Secretária de Educação Básica – SEB – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação**. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017. 56 p.

BRASIL. **Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE)**. PNLD: Programas do livro. Manuais PDDE/SIMEC, 2019. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/manuais-pdde-simec>. Acesso em: 15 mar. 2022.

CAMARGO, E.P. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física**. São Paulo: Unesp, 2012. v. 1. 260 p.

CAMARGO, E.P. **Ensino de Ciências e inclusão escolar: investigações sobre o ensino e a aprendizagem de estudantes com deficiência visual e estudantes surdos**. Curitiba: CRV, 2016. v. 1. 232 p.

CORSETTI, Berenice. A análise documental no contexto da metodologia qualitativa: uma abordagem a partir da experiência de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Educação da Unisinos. **UNirevista**. v. 1, n. 1. 2006. p. 32-46. Disponível em: http://gephispnop.weebly.com/uploads/2/3/9/6/23969914/a_analise_documental_no_contexto_da_pesquis_qualitativa.pdf. Acesso em: 21 jan. 2021.

FONSECA, M. R. M. **Química: Ensino Médio**. 2ª. ed. São Paulo: Ática, 2017. 368 p. v. 1.

FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação: Dados estatísticos. *In: PNLD: Dados estatístico*. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/dados-estatisticos>. Acesso em: 8 mar. 2020.

JOHNSTONE, A. H. Macro- and Microchemistry. **School Science Review**, 64, 377- 379, 1982.

LISBOA, J. C. F. **Ser Protagonista: Química**. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016. 384 p. v. 1.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A; **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2a. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MASINI, E. F. S. Integração ou desintegração? Uma questão a ser pensada sobre a educação do deficiente visual. *In: MANTOAN, M. T. E. A integração de pessoas com deficiência: contribuições para uma reflexão sobre o tema*. São Paulo: MEMNON, 1997.

MOLENA, J. C. **Ensino de química para alunos com deficiência visual: investigando a percepção de professores sobre o processo de conceitualização**. Orientador: Estéfano

Vizconde Veraszto. 160f. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2018.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-83, 2000.

OLIVEIRA, J. P. T. A eficiência e/ou ineficiência do livro didático no processo de ensino-aprendizagem. **Congresso Ibero Americano de Política e Administração da Educação**, 4, 2014. Anais do Congresso. Porto: Anpae, 2014.

SÁ-SILVA, Jackson Ronie; ALMEIDA, Cristovão Domingos de; GUINDANI, Joel Felipe. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista brasileira de história & ciências sociais**, 2009, 1.1: 1-15.

TREVIZAN, Zizi; SAMPAIO, Desireé L. M. Docência e pesquisa na educação básica: a importância da análise documental de livros didáticos. **Cadernos de Educação**. FaE/PPGE/UFPel. Pelotas. n.49. 2014. p. 60-75. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/5584>. Acesso em: 21 jan. 2021.

VERASZTO, E. V.; CAMARGO, E. P.; CAMARGO, J. T. F.; SIMON, F. O.; YAMAGUTI, M. X.; SOUZA, A. M. M. Conceitualização em ciências por cegos congênitos: um estudo com professores e alunos do ensino médio regular. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v.17, p.540 - 563, 2018a.

VERASZTO, E. V.; CAMARGO, E. P.; CAMARGO, J. T. F.; SIMON, F. O.; MIRANDA, N. A. Evaluation of concepts regarding the construction of scientific knowledge by the congenitally blind: an approach using the Correspondence Analysis method. **CIÊNCIA & EDUCAÇÃO (ONLINE)**, v. 24, p. 837-857, 2018b.

VERASZTO, E. V.; MOLENA, J. C.; CORCETTI, N. T.; SILVA, E. R.; CAMARGO, J. T. F. Um estudo do processo de inclusão de alunos com deficiência visual em aulas regulares de Ciências da Natureza. **Revista de Estudos Aplicados em Educação**, v. 3, p. 70-87, 2018c.