
ROTEIROS EXPERIMENTAIS PARA AUDIODESCRIÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: CONTRIBUIÇÕES SEMIÓTICAS

EXPERIMENTAL ROUTES FOR AUDIO DESCRIPTION IN CHEMISTRY TEACHING: SEMIOTIC CONTRIBUTIONS

Claudio Roberto Machado Benite¹
Amanda Alves Arrais de Moraes²
Gustavo Nobre Vargas³
Fernanda Araújo França⁴
Anna Maria Canavarro Benite⁵

Resumo

A acessibilidade visa igualdade dos diferentes sujeitos na sociedade, compreendendo que pessoas com características variadas demandam intervenções conforme suas especificidades. Neste estudo evidenciamos contribuições semióticas de elementos essenciais à elaboração de roteiros acessíveis que possam ser usados como instrumento de mediação para audiodescrição (AD), de aulas experimentais no ensino de Química visando a participação autônoma de alunos com deficiência visual (DV), com o auxílio de tecnologia assistiva. Com elementos da pesquisa-ação, as aulas experimentais de Química propostas pelo Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão (LPEQI) em parceria com uma instituição estadual de apoio a pessoas com deficiência visual foram realizadas em ciclos-espírais de quatro etapas: planejamento, ação e observação, reflexão e replanejamento; sendo essas ministradas com a participação dos DV. Nossos resultados sinalizam que a AD acompanhada de roteiros experimentais impressos em Braille e em fonte de letra aumentada podem promover participações mais autônomas desses alunos em atividades até então excludentes para esse público. Concluímos pela Semiótica de Peirce como os DV podem reconhecer e interpretar as características instrumentais e as particularidades procedimentais dos experimentos mediados pela AD a partir das inferências mentais que aparecem inicialmente como qualidade, depois como relação com algo já conhecido e, por fim, como interpretação por meio dos signos que compõem o pensamento e que são organizados pela linguagem.

Palavras-chave: Experimentação; Educação inclusiva; Audiodescrição; Deficiência visual; Semiótica.

¹ Universidade Federal de Goiás. Email: claudiobenite@ufg.br.

² Universidade Federal de Goiás. Email: amanda_aam@discente.ufg.br.

³ Universidade Federal de Goiás. Email: 22gustavohaha@gmail.com.

⁴ Universidade Federal de Goiás. Email: fernandaaf@discente.ufg.br.

⁵ Universidade Federal de Goiás. Email: anna@ufg.br.

Abstract

Accessibility aims at equality of different subjects in society, understanding that people with different characteristics demand interventions according to their specificities. In this study, we evidenced semiotic contributions of essential elements for the elaboration of accessible experimental scripts that can be used as mediation instruments for audio description (AD), aiming at the school inclusion of students with visual impairment (DV). With elements of action research, the experimental Chemistry classes proposed by the Laboratory of Research in Chemical Education and Inclusion (LPEQI) in partnership with a state institution to support visually impaired people were carried out in four-step spiral cycles: planning, action and observation, reflection and replanning; these being taught with the participation of the DVs. Our results indicate that AD accompanied by experimental scripts printed in Braille and in an enlarged font can promote more autonomous participation of these students in activities hitherto excluding for this audience. We conclude from Peirce's Semiotics how the DV can recognize and interpret the instrumental characteristics and the procedural particularities of experiments mediated by AD from the mental inferences that appear initially as quality, then as a relationship with something already known and, finally, as an interpretation by through the signs that make up thought and that are organized by language.

Keywords: Experimentation; Inclusive education; Audio description; Visual impairment; Semiotics.

Introdução – Experimentação no Ensino de Química: uma demanda para a inclusão

A relação entre teoria e prática é assunto recorrente no discurso sobre a formação de professores no Brasil. No ensino de Química, a experimentação pode contribuir com a elaboração individual e coletiva de ideias conceituais encorajando os aprendizes que orientados por roteiros aprendem a observar, investigar, elaborar e testar na prática suas concepções baseadas em teorias vistas em sala de aula (HODSON, 1988).

No entanto, em boa parte dos experimentos a interpretação teórica do fenômeno reproduzido se baseia no referencial perceptual visual, “obstáculo entre outros que dificultam o ensino de Química para alunos com deficiência visual (DV)” (FRANÇA, BENITE, 2019, p.65).

Tomando como foco a inclusão escolar valorizamos neste estudo a audiodescrição (AD) como um recurso que pode contribuir para a participação autônoma e desenvolvimento dos DV nas aulas experimentais pelos desafios que a deficiência impõe, por acreditar que as interações sociais são mediadas por signos e instrumentos e no importante papel da linguagem no processo de aprendizagem

(VYGOTSKY, 1993; WERTSCH, 1998). Mas o que é a audiodescrição e como ela pode auxiliar na participação dos DV nos experimentos?

Audiodescrição: uma breve revisão

Em meados da década de 1970, Gregory Frazier descreveu pela primeira vez uma técnica em que imagens eram transformadas em palavras com o intuito de garantir o acesso de pessoas com deficiência visual a informações importantes transmitidas visualmente (TAVARES, 2015). Esse recurso foi denominado audiodescrição (AD) e fez grande sucesso com o público da época. Por conta disso, a AD passou a ser uma ferramenta de interesse de vários institutos de pesquisa e organizações na comunidade americana obtendo grande visibilidade e alcançando outros países, eventos e públicos conduzindo vários estudos, principalmente nos EUA e na Inglaterra (DALMOLIN, 2015; FRANCO, SILVA, 2010).

No Brasil foi promulgada a Lei de Acessibilidade nº 10.098, em 19 de dezembro de 2000 (BRASIL, 2000), a qual estabeleceu normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida. A acessibilidade deve estabelecer um acesso igualitário de diferentes indivíduos a cada espaço da sociedade compreendendo que pessoas com habilidades e características variadas demandam intervenções e modelos que existam conforme essa diversidade (ALVES, TELES, 2017), mas nenhuma abordagem foi feita nessa lei sobre a AD, somente define a tecnologia assistiva (TA) de uma maneira genérica, no art. 2º, inciso VIII (BRASIL, 2000).

A TA é um campo de conhecimento que envolve estratégias, recursos e produtos que enfatizam a autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão de pessoas com deficiência, incapacidade ou mobilidade reduzida (BENITE et al., 2017a).

Apenas em 2003, a AD foi utilizada pela primeira vez durante o Festival Internacional de Filmes sobre deficiência: *Assim Vivemos*. Nos anos seguintes surgiram filmes, propagandas de televisão, peças de teatro, espetáculos de danças e óperas audiodescritas.

Para mais, a AD se tornou um direito garantido por outras leis e decretos da legislação brasileira (Lei nº 10.048; Decreto nº 5.926/04; Decreto nº 5.645/05; Decreto nº 5.762/06), principalmente pela Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146,

de 6 de julho de 2015), um marco para os assuntos relacionados a isonomia e a igualdade de cidadãos brasileiros (BRASIL, 2015), o que torna a AD uma ferramenta indispensável para a inclusão e acessibilidade na sociedade contemporânea (MICHELS, SILVA, 2016).

Segundo Jakobson (1969, p.64-65), para que possamos entender a relação existente entre AD e a tradução precisamos inicialmente descrever os três diferentes tipos de tradução: tradução intralingual ou reformulação – uma interpretação dos signos verbais por outros da mesma língua; tradução interlingual ou propriamente dita – tradução entre diferentes idiomas e; tradução intersemiótica ou transmutação – um texto referente a um sistema de signos – visual, sonoro, verbal, etc. – é traduzido para outro sistema de signos. Posto isso, a AD pode ser tratada como uma atividade de mediação linguística de tradução audiovisual do tipo intersemiótica.

A AD não é uma atividade simples e por isso exige grande perícia do tradutor/audiodescritor, pois não se resume em descrever o que se vê, mas em descrever o que é fundamental para a pessoa com deficiência visual compreender a organização semiótica da obra colaborando para a composição do seu significado. Portanto, não se deve explicitar, interpretar ou adiantar informações, mas ser sensível à composição dos textos e à sua importância para o contexto (ALVES, TELES, PEREIRA, 2011).

Importa ressaltar que apesar das atuais informações divulgadas sobre AD ainda existe escassez de produção científica e cultural sobre o assunto. Estudos sugerem (ARAÚJO, 2010; FRANCO, SILVA, 2010) que a AD pode aumentar o entendimento de conteúdos, promover inclusão, independência e igualdade, auxiliar na aprendizagem de conhecimentos sobre o mundo visual, em específico àqueles vinculados a regras de interação social (linguagem corporal, vestimentas, dentre outros), além de romper a barreira comunicacional no que diz respeito à especificidade.

Partindo desses pressupostos, neste estudo evidenciamos contribuições semióticas de elementos essenciais à elaboração de roteiros acessíveis que possam ser usados como instrumento de mediação para audiodescrição de aulas experimentais no ensino de Química visando a participação autônoma de alunos com deficiência visual (DV), com o auxílio de tecnologia assistiva. Nesse sentido, analisamos semioticamente uma intervenção pedagógica envolvendo a produção de um polímero pelos DV para o ensino da função orgânica éster desvelando alguns

modos de constituição dos fenômenos de produção de significados pelos envolvidos a partir do experimento proposto.

Material e Método

Fundamentando a elaboração de um roteiro experimental sobre polímeros para audiodescrição

Buscamos na inclusão escolar fundamentos para defender a elaboração de roteiros acessíveis para aulas experimentais investigativas como ferramenta essencial tanto para auxiliar na compreensão do conteúdo ministrado como para possibilitar aos alunos realizarem práticas com autonomia, isso porque acreditamos que “experimentos com uma abordagem investigativa são centrados nos estudantes fazendo com que eles perguntem, planejem e controlem suas atividades durante os experimentos” (HOFSTEIN, 2015, p.565).

Visando o atendimento aos diversos graus de deficiência visual defendemos que os roteiros experimentais acessíveis devem ser formatados e impressos em Braille para alunos cegos e com fonte de letra aumentada para alunos com baixa visão (parcial ou reduzida), isso por que:

Cegos: Têm somente a percepção da luz ou não têm nenhuma visão e precisam aprender através do método Braille e de meios de comunicação escrita que não estejam relacionados com o uso da visão. Pessoas com Visão Parcial: Têm limitações da visão a distância, mas são capazes de ver objetos e materiais quando estão a poucos centímetros ou no máximo a meio metro de distância. Pessoas com Visão Reduzida: indivíduos que podem ter seu problema corrigido por cirurgias ou pela utilização de lentes (BARRAGA, 1985, p.54).

Apesar do escasso número de trabalhos sobre inclusão de DV no ensino de Química, a elaboração de um roteiro experimental acessível carece de elementos básicos para sua audiodescrição. Assumindo o papel de instrumento de mediação, esse tipo de tecnologia assistiva busca possibilitar a compreensão dos DV acerca das etapas e conteúdos previstos no experimento podendo ocasionar novas estruturas sociais provocando o surgimento de novos instrumentos do pensamento e novas estruturas cognitivas (VERONEZI, DAMACENO, FERNANDES, 2005).

Nesse sentido, elucidamos que o pensamento existe por mediação de signos, isso por que:

(...) quando pensamos, traduzimos aquilo que temos presente à consciência, sejam imagens, sentimentos ou concepções (que, aliás, já são signos ou quase-signos) em outras representações que também servem como signos. Todo pensamento é tradução de outro pensamento, pois qualquer pensamento requer ter havido outro pensamento para o qual ele funciona como interpretante. Segundo Peirce, um conhecimento imediato não é possível, visto que não há pensamento sem antecedentes pensamentais (PLAZA, 1987, p.18).

Nessa perspectiva entendemos que a elaboração de roteiros experimentais para audiodescrição pode se fundamentar na teoria semiótica de Peirce, também chamada de Teoria Geral das Representações, que é uma “Ciência dos processos significativos (semiose), dos signos linguísticos e das linguagens, [...] mediados pela materialidade da palavra grafada ou falada, de símbolos escritos, gestuais ou naturais e acontecem sempre que alguma coisa significa algo pra alguém” (SILVA, 2007, p.78).

A teoria semiótica de Peirce “nos permite penetrar no próprio movimento interno das mensagens, no modo como elas são engendradas, nos procedimentos e recursos nelas utilizados” (SANTAELLA, 2004, p.5). A teoria versa sobre a relação entre as representações e seus motores de significação, processo que abrange o ensino de Química apontando que o conhecimento humano pode ser representado pela tríade: signo, objeto e interpretante (PEIRCE, 2005; SILVA, 2007).

Assumimos a tríade neste estudo para demonstrar que no ensino de Química existem ferramentas culturais em que suas representações são em forma de signo e que devem ser mentalmente interpretados pelos DV que podem ser inseridos nessa cultura com o auxílio da AD (NICOLAU et al., 2010, p.3).

Segundo o documento da organização americana Audio Description Coalition intitulado Standards for Audio Description and Code of Professional Conduct for Describers, descrever o que se vê é a regra inicial da descrição, isto é,

(...) o que você vê é o que você descreve. Você vê aparências e ações físicas; você não vê motivações ou intenções. Nunca descreva o que você acha que vê. [...] Permita que os ouvintes formem suas próprias opiniões e cheguem às suas próprias conclusões. Não edite, interprete, explique, analise ou os ‘ajude’ seja de que modo for. [...] Use somente aqueles adjetivos e advérbios que não oferecem

juízos de valor que não são [...] sujeitos à interpretação. É mais interessante listar os itens que estão em um amontoado de coisas, se o tempo permitir, do que dizer: O sótão está amontoado (PRAXEDES FILHO, MAGALHÃES, 2013, p.73).

Snyder (2008), audiodescritor profissional, a partir de suas experiências apontou algumas qualidades necessárias a um bom audiodescritor, como:

1) Observação: o audiodescritor deve aprender a ver o mundo de uma maneira nova (como a percepção do DV).[...]; 2) Edição: o audiodescritor deve editar e selecionar aquilo que ele vê e escolher o que é mais importante, mais crítico, para o entendimento e para apreciação de que está sendo audiodescrito, pois o tempo disponível para descrever as imagens é limitado; 3) Linguagem: a linguagem deve ser objetiva, vivida e imaginativa, o que requer do audiodescritor habilidades verbais; 4) Habilidades vocais: o instrumento vocal deve ser desenvolvido trabalhando-se os fundamentos da fala e da interpretação oral. O significado é criado através das palavras escolhidas e da forma como estas palavras são ditas (SNYDER, 2008, p.195-196 apud SEOANE, 2013, p.102-103).

Num experimento, as variáveis de um fenômeno são comumente controladas com o auxílio da observação visual, bem como os “dados empíricos obtidos (gráficos, espectros, tabelas, entre outros), ao passo que a relação das variáveis implica em um processo abstrato para explicação teórica que justifica os resultados observados” (BENITE et al., 2017a).

Se no experimento o sentido visual é majoritário para a observação, a obtenção de informações e interpretação dos dados empíricos por conta do caráter imediato que é concomitante ao analítico e sintético, argumentamos em Peirce que o audiodescritor deve detalhar apenas o que ele observa, “a verdadeira coisa existente em si mesma [...]; um outro observador verá e uma câmera fotográfica mostrará a mesma coisa” (JOHANSEN, 1985, p.228-229) que caracterizará o objeto determinando um signo passível de interpretação pelo DV, possibilitando sua inclusão.

Na edição de um roteiro AD é essencial que o roteirista tenha conhecimentos léxicos da língua materna (no nosso caso, o Português) e da área específica do conhecimento (neste estudo, o conhecimento químico), bem como a habilidade para a elaboração de textos com linguagem concisa. Já para sua locução, faz-se necessária clareza e boa entonação vocal, pois “é a partir da veracidade e da

descrição fidedigna da cultura imagética que o estudante constrói argumentos respaldados em informações repassadas” (SOUSA, 2017, p.37).

Sobre as modalidades de AD, Costa e Frota (2011) alegam que essas relacionam suas características às particularidades de obras ou eventos considerando dois aspectos: a natureza do que será audiodescrito e o momento de elaboração do roteiro com sua narração. Assim, as imagens podem ser classificadas como estáticas (como de uma vidraria ou equipamento na bancada de um laboratório) ou dinâmicas (como da ocorrência macroscópica de uma reação química) e sua audiodescrição pode ocorrer por meio de: gravação – com roteiro e narração gravados antes do evento; ao vivo – com preparo do roteiro antecipado e narração no momento; e de forma simultânea – ausência de roteiro, mas narração durante o momento do evento.

Partindo do exposto e considerando que a AD auxilia o DV na construção do mapeamento conceitual daquilo que é narrado defendemos, a seguir, elementos necessários aos roteiros experimentais audiodescritos, de imagens estáticas ou dinâmicas para AD, objetivando a percepção mental de suas etapas sem o uso da visão, são eles: tema; linguagem; propriedades dos materiais e reagentes (kit experimental); localização (a disposição do kit experimental) e; procedimento experimental (CRUZ, 2016).

O ‘tema’ escolhido para este estudo foi a ‘Produção de geleca’. Classificamos a geleca como um objeto perceptível do signo, poliéster com característica gelatinosa usado em brincadeira de criança que se tornou um fenômeno pela possibilidade de produção caseira podendo ser usado para o ensino da função orgânica Éster, o interpretante na teoria semiótica de Peirce.

Para um ensino de química inclusivo advogamos pela escolha de temas cotidianos que permitam significações de conteúdos que fomentem concepções diferenciadas acerca do ensino de Química possibilitando a interpretação e entendimento do mundo ao redor com o uso da experimentação (CARDOSO et al., 2019). Nesse sentido, a ‘linguagem’ prática, direta e concisa para a realização do experimento deve ser priorizada respeitando as normas específicas e simbólicas do conhecimento químico que correlaciona o comportamento “das minúsculas partículas que fazem parte do microcosmo e as propriedades das substâncias pertencentes ao sistema macroscópico” (ROQUE, SILVA, 2008, p.921), como apresentado num recorte do texto introdutório do roteiro.

Atualmente, a indústria de brinquedos tem comercializado a 'geleca', um polímero com característica elástica, como se fosse uma goma de mascar só que mais mole, a partir do uso do poliacetato de vinila, conhecido como PVA, um produto sintético, borrachoso, descoberto em 1912 na Alemanha.

As 'propriedades dos materiais' são um dos focos de estudo da Química e permitem distinguir um material do outro podendo ser físicas, características observáveis sem que haja alteração da composição das substâncias (temperatura, densidade e massa), ou químicas quando da capacidade de alteração na composição das substâncias (ocorrências em reações químicas). Conhecer os materiais e substâncias tem relação com suas propriedades, dentre elas:

(...) dureza, ductibilidade, temperaturas de fusão e ebulição, solubilidade, densidade e outras passíveis de serem medidas e que possuem uma relação direta com o uso que se faz dos materiais. No sentido de compreender os comportamentos dos materiais alguns conhecimentos químicos são fundamentais: aqueles que envolvem os diversos modelos que constituem o mundo atômico-molecular, as propostas para conceber a organização e as interações entre átomos, íons e moléculas. Esses conhecimentos oferecem subsídios importantes para a compreensão, o planejamento, a execução das transformações dos materiais (MORTIMER, MACHADO, ROMANELLI, 2000, p.276).

Sobre as propriedades macroscópicas, visuais, dos materiais essas podem ser audiodescritas como imagens estáticas (características físicas dos reagentes) ou dinâmicas (que apresentam movimento, como a liberação de um gás como produto de uma reação química) e neste estudo o roteiro foi acompanhado pela locução do professor, simultaneamente a ocorrência do fenômeno (COSTA, FROTA, 2011).

Baseados em Johnstone (1993), audiodescrevemos no roteiro o nível descritivo e funcional de caráter sensitivo ou perceptivo (nível macroscópico) do kit experimental, ou seja, descrição da caracterização física (forma, cor, textura, estado físico, entre outros) acompanhada pelo manuseio (sentido tátil) dos materiais e reagentes (quando possível) usados no experimento. Uma das vidrarias selecionada para uso no experimento foi o béquer que "se origina do latim medieval bicarius, que significa copo" (PORTO, VANIN, 1993, p.69) e que no roteiro pode ser audiodescrito, como:

Béquer - recipiente cilíndrico que tem a parte de cima aberta e a parte de baixo fechada, onde vocês vão colocar as substâncias para preparar a geleca, o polímero.

A audiodescrição das características específicas das substâncias atreladas aos fenômenos microscópicos que envolvem os modelos e conceitos de natureza atômico-molecular (nível submicroscópico) também deve ocorrer, como a propriedade antisséptica da água boricada, por exemplo, referente a eliminação ou inibição de proliferação de microrganismos na pele ou mucosas.

[...] a água boricada que é uma solução de ácido bórico 3%, com fórmula H_3BO_3 , H maiúsculo, três subscrito, B maiúsculo, O maiúsculo, três subscrito, que possui propriedade antisséptica, antibacteriana e antifúngica [...].

Ainda com o mesmo grau de importância defendemos a audiodescrição do nível simbólico que diz respeito à representação de cada elemento químico que compõe a substância, bem como sua atomicidade exemplificada pela descrição da fórmula do ácido bórico (H_3BO_3 , H maiúsculo, três subscrito, B maiúsculo, O maiúsculo, três subscrito). A 'localização espacial' detalhada de cada material e reagente do kit experimental deve seguir uma sequência lógica (da direita para a esquerda; da frente pra trás; ou vice-versa) acompanhada da capacidade (tamanho e volume) de cada recipiente.

À frente de vocês têm dois béqueres, o do lado direito é o maior que mede 100 mL e o do lado esquerdo é o menor que mede 50 mL. [...] No meio da mesa temos os reagentes nas seguintes posições:[...].

A audiodescrição do 'procedimento' trata da descrição detalhada de cada etapa do experimento, feita pela professora, que deve se isentar de interpretação, ou seja, elemento de composição do significado para quem se utiliza dela e não um elemento que participa da construção do significado, como exposto no trecho a seguir.

No béquer 1, à direita, coloque 25 mL de água boricada. Em seguida, adicione aos poucos os 20g de bicarbonato de sódio até perceber pela audição que não há mais liberação de bolhas.

Dessa forma, a audiodescrição do procedimento busca transformar etapas do experimento escritas no roteiro em palavra falada usando o detalhamento para que informações-chave não passem despercebidas e possibilite a participação autônoma do DV na atividade (FRANCO, SILVA, 2010, p. 23).

Apontamentos semióticos da linguagem química presente no roteiro experimental para a interpretação dos DV

Baseados em Vygotsky (2005), defendemos que a construção do pensamento químico ocorre com o uso das palavras, dos signos e de seus significados. Esses, mediados pelo professor com o auxílio de instrumentos (aqui a tecnologia assistiva), permitem a atribuição de sentidos específicos pelos DV num processo de interação social que envolve os mais variados tipos de linguagem. Assumimos aqui que toda organização feita por meio de linguagem, seja ela verbal ou não verbal, envolve o estudo da semiótica.

O signo retrata algo que é seu objeto e com distinção um do outro pode se encontrar na forma concreta ou não. No roteiro, a palavra 'béquer', bem como outros materiais e equipamentos citados, é um exemplo de signo que tem um objeto com existência concreta: uma vidraria de laboratório (PEIRCE, 2005; SILVA, 2007).

Contudo, ao ser audiodescrito pelo professor, 'cilíndrico que tem a parte de cima aberta e a parte de baixo fechada', o signo leva o DV a imaginar um utensílio de vidro (um copo) para se colocar líquidos, isto é, tradução visual objetivando o empoderamento do aluno "na apreciação, entendimento ou visualização dos eventos visuais traduzidos, de maneira honesta e sem a inferência, condescendência ou paternalismo do tradutor visual, sem a subestimação, generalização ou outra forma de barreira atitudinal do audiodescritor para com seu usuário" (LIMA, LIMA, 2013, p.16).

Já o interpretante é um signo mais desenvolvido do signo original, os conceitos, os valores. No interpretante o signo gera na mente do indivíduo um signo correspondente ou mais desenvolvido, é o que "assegura a validade do signo" (ECO, 1983, p.58), o qual está associado aos construtos teóricos existentes nas mentes daqueles que praticam as mais variadas formas de conhecimento, que no roteiro AD pode ser representado por '[...] onde vocês vão colocar as substâncias para preparar a geleca, o polímero [...]', dando a ideia do preparo de uma mistura.

Sobre as relações do signo para com o seu objeto (PEIRCE, 2005), um signo pode ser denominado em: ícone, índice e símbolo. Segundo Peirce (2005, p. 52),

(..) um ícone é um signo que se refere ao objeto que denota apenas em virtude de seus caracteres próprios, caracteres que ele igualmente possui quer um tal objeto realmente exista ou não. [...] Um índice é um signo que se refere ao objeto que denota em virtude de ser realmente afetado por esse objeto. [...] Um símbolo é um signo que se refere ao objeto que denota em virtude de uma lei, normalmente uma associação de ideias gerais que opera no sentido de fazer com que o símbolo seja interpretado como se referido àquele objeto.

Assim, os ícones são os signos que têm qualquer analogia com seu objeto, ou seja, podem apresentar semelhança física com a ideia que os representa. No roteiro AD o 'béquer' é semelhante a um copo (ícone), utensílio muito usado como material alternativo para o preparo de misturas e soluções no ensino de Química.

O índice possui qualquer ligação física direta com o objeto, isto é, um vestígio ou impressão direta de um objeto. Baseados em Santaella (2004), se "o que dá fundamento ao índice é sua existência concreta" (p.19), entendemos neste estudo que 'elástica, como se fosse uma goma de mascar só que mais mole' é uma característica evidenciada concretamente na geleca, preparada pelos DV no experimento, que fundamenta a existência do índice: o polímero.

Já os símbolos estão relacionados a uma lei, regra ou convenção, são abstratos como a 'água boricada' produto comercializado para infecções nos canais auditivos e visuais e que é uma solução de ácido bórico 3%, com fórmula H_3BO_3 , muito usada em atividades experimentais. Sendo assim, se a função do símbolo (H_3BO_3), enquanto signo (água boricada), vai depender da lei que irá determinar seu interpretante (maneira de expressar as quantidades das substâncias elementares que estão sendo combinadas), então "o símbolo está plenamente habilitado para representar aquilo que a lei prescreve que ele represente" (SANTAELLA, 2004, p.20). Nesse sentido, concordamos com Silva (2007, p. 29) que:

(...) dentro do paradigma atômico-molecular vigente, no qual a natureza particulada da matéria é a fundamentação teórica para interpretar esses fenômenos e processos, admite-se uma outra dimensão da realidade, a submicroscópica ou nanoscópica, onde ocorrem fenômenos envolvendo o movimento e a interação de partículas. Em uma dimensão simbólica, substâncias, partículas e transformações são representadas por meio de símbolos, fórmulas e equações químicas, bem como expressões algébricas, tratando-se, portanto, de uma materialização semiótica da realidade.

Assim, a ideia aqui é de que os materiais (vidrarias, equipamentos, modelos, entre outros) e os procedimentos (ações) descritos nos roteiros experimentais para audiodescrição surjam, inicialmente, como qualidade, em seguida sejam relacionados a algo já conhecido pelos DV e, por fim, que sejam interpretados para serem discutidos de maneira investigativa no experimento por meio da linguagem verbal.

Diante do exposto, entendemos neste estudo que o signo é tudo aquilo que representa alguma coisa provocando efeito na mente em potencial do DV “podendo, segundo Peirce, ser analisado de acordo com suas propriedades internas, seu significado, de acordo com sua referência àquilo que indica, como representação, e de acordo com os efeitos que estão aptos a produzir nos seus receptores, como interpretação” (NICOLAU et al., 2010, p.78).

Para além de descrever aquilo que se vê, assumimos que a AD do roteiro experimental pode fornecer ao DV o que é fundamental para a construção semiótica da atividade, ou seja, “não é um elemento que participa da construção do significado na elaboração de uma obra; mas, quando colocada junto a esta, passa a ser elemento de composição do significado para quem se utiliza dela” (ALVES, TEIXEIRA, 2015, p. 171).

Encaminhamento metodológico da investigação

Neste estudo os professores em formação atuaram como pesquisadores reflexivos da própria prática, isto é, membros da pesquisa que realizam e que vivenciam a realidade estudada. Pautados em elementos da pesquisa-ação buscamos promover mudanças efetivas na ação desses docentes com foco na inclusão escolar sistematizando o estudo e considerando a especificidade do grupo envolvido (ZEICHNER, 1993).

O estudo se baseia no trabalho sistêmico ocorrido semanalmente em um centro público de apoio a pessoas com deficiente visual. Intervenções pedagógicas (IP) para o ensino de Química são planejadas por professores em formação inicial e continuada, orientadas por professores formadores, que servem, também, como aulas de apoio ao ensino público regular.

As IP são gravadas em áudio e vídeo para posterior transcrição e análise da conversação (MARCUSCHI, 2003) pela tríade de professores. As reflexões teóricas

sobre a possibilidade de experimentação acessível com a participação autônoma dos alunos com deficiência visual servem como alicerce para que os professores em formação aprendam a atuar no contexto inclusivo (BENITE et al., 2017a; BENITE et al., 2017b; FRANÇA, BENITE, 2019).

Metodologicamente, as IP ocorrem no formato de ciclos espirais caracterizados pelas etapas de planejamento (com transformação dos experimentos convencionais em acessíveis), ação e observação (realização do experimento com discussão teórica investigativa gravada em áudio e vídeo para posterior transcrição) e reflexão da ação (análise teórica conjunta da transcrição) para o replanejamento de novas IP. Participaram desta investigação uma professora de Química em formação continuada (PFC), dois em formação inicial (PFI) e 15 alunos com deficiência visual (DV).

Resultados e discussão

Mediando a ação: o uso de instrumentos culturais acessíveis e da audiodescrição para a participação dos DV no experimento de polímeros

O processo dialógico entre o eu, o outro e o mundo procede do exercício de alteridade constante, em uma esfera social, para a construção da identidade do indivíduo (BAKHTIN, 1992). Da mesma forma, Vygotsky (2005) trata como fundamental o contexto social que é por intermédio da linguagem, da prática de alteridade e dos mecanismos de mediação (com signos e instrumentos) que o sujeito confere sentido e significado ao que lhe cerca e com quem interage.

Retomando a ideia sobre a importância da fala humana como mecanismo de mediação, Vygotsky afirma que “a transmissão racional e intencional de experiência e pensamento a outros requer um sistema mediador, cujo protótipo é a fala humana, oriunda da necessidade de intercâmbio durante o trabalho” (2005, p.7).

Tendo em vista essas proposições inferimos que estamos inseridos em uma cultura imagética cheia de complexidades visuais que nos atraem a atenção pelo dinamismo. Contudo, na prática se sabe que os DV são excluídos dessa cultura por não serem favorecidos quanto a esse tipo de acessibilidade comunicacional. Logo, ressaltamos aqui o caráter mediador da AD, postergando a supervalorização do sentido visual adotado por muitos como a forma mais eficaz de perceber e ler o

mundo, destacando a importância da percepção pelos demais sentidos, pois concordamos com Koehler (2017) que “o ato de olhar o mundo não envolve apenas a visão, mas também todo um repertório de experiências individuais e coletivas. [...] Ou seja, a AD é construída com e para o outro” (p. 95).

Nesta investigação analisamos uma IP envolvendo o conteúdo sobre a função orgânica Éster, enfocando os poliésteres (RUIZ, PALAZUELOS, 2004). Para isso o experimento explorou as definições relativas à proporcionalidade dos reagentes com o uso do tato e o auxílio da AD e de recursos didáticos produzidos no Núcleo de Tecnologia Assistiva do Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão (LPEQI) da Universidade Federal de Goiás.

No extrato 1 apresentamos um recorte da leitura do roteiro e o entendimento das etapas de realização do experimento pelos alunos.

Extrato 1

A6: *Procedimento um: no béquer um, coloque 25 mL de água boricada. Em seguida, adicionar aos poucos os 20 gramas de bicarbonato de sódio. Adicioná-lo até perceber que não há mais liberação de gases, bolhas. Número dois: no béquer dois, colocar 45 gramas de cola. Número três: em seguida, adicionar aos poucos no béquer dois, contendo cola, a mistura do béquer um de água boricada (ácido bórico, H_3BO_3) e bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$), agitando com o bastão até atingir a consistência gelatinosa característica do produto, do polímero.*

PF11: *Então, vocês entenderam o que vamos fazer?*

A6: *Nós vamos pegar e colocar água boricada em um béquer e depois colocar bicarbonato de sódio no mesmo béquer com a água boricada.*

PF11: *Isso.*

A6: *Depois, no outro béquer colocar a cola.*

PF11: *E misturar os dois. Então, vamos lá!*

A10: *Primeiro misturar os dois líquidos num béquer?*

PF11: *Não, o sólido e o líquido.*

A10: *O bicarbonato de sódio é sólido?*

PF11: *É.*

A10: *Aí, depois os dois com a cola.*

PF11: *Essa é a água boricada 3%. Alguém imagina o porquê desses 3%?*

A3: *3% de ácido bórico!?*

A10: *3% de água misturada?*

PF11: *É o que o A3 falou: 3% de ácido bórico em água, ou seja, é uma solução aquosa de ácido bórico.*

Concordamos com Ruiz e Palazuelos (2004) que os conceitos científicos relacionados aos polímeros “são importantes não somente do ponto de vista científico, mas porque são uma parte importante da cultura que nossos alunos e alunas precisam para enfrentar de forma crítica e responsável os problemas da vida

moderna" (p.47). Todavia, os experimentos convencionais para o estudo de polímeros utilizam o sentido visual como principal referencial perceptual.

Apoiados em Hodson (1988) defendemos uma proposta de ensino de Química numa perspectiva inclusiva que promova a participação ativa do aluno acreditando na aprendizagem por meio de experiências diretas, mediadas pelo professor, como identificado no diálogo do extrato 1 sobre os entendimentos das etapas do experimento (PFI1: [...] Então, vocês entenderam o que vamos fazer?; A6: Nós vamos pegar e colocar água boricada em um béquer e depois colocar bicarbonato de sódio no mesmo béquer com a água boricada.; PFI1: Isso.; A6: Depois, no outro béquer colocar a cola.; PFI1: E misturar os dois. Então, vamos lá!).

O diálogo sinaliza que a participação dos DV na atividade proposta ocorreu pelo acesso aos instrumentos adaptados à sua condição de deficiência (AD) e pela interação (entre si e com o ambiente) por meio da linguagem que é a forma como os indivíduos se desenvolvem mediante os aspectos culturais que abrangem os meios socialmente estruturados que organizaram os tipos de atividades que, neste caso, os DV realizaram: o experimento para a aprendizagem da função éster (LURIA, 1988, p. 26).

Sobre o significado de cada palavra do vocabulário químico (béquer, bicarbonato de sódio, entre outras), articulada na fala de A6 e que representa a etapa do experimento (misturar), defendemos em Vygotsky (2005) que só é “um fenômeno de pensamento na medida em que é encarnado pela fala e só é um fenômeno linguístico na medida em que se encontra ligado com o pensamento e por este é iluminado. É um fenômeno do pensamento verbal ou da fala significativa — uma união do pensamento e da linguagem” (p.119).

Desse modo, baseamo-nos em Vygotsky (2005) para defender que a relação existente entre a palavra e o pensamento é um processo dinâmico, pois o pensamento surge por meio das palavras. Isso porque “uma palavra desprovida de pensamento é uma coisa morta, e um pensamento não expresso por palavras permanece uma sombra. A relação entre eles não é, no entanto, algo já formado e constante; surge ao longo do desenvolvimento e também se modifica” (VYGOTSKY, 2005, p. 131). Assim, entendemos que o signo linguístico não une apenas um objeto a uma palavra, mas um conceito (o significado) ao seu significante (a imagem).

Sobre os instrumentos, nossos resultados apontam que no caso dos DV as vivências diretas nos experimentos precisam ocorrer com o auxílio da TA, como as

impressões em Braille, impressões em fonte de letra aumentada e impressões em alto relevo (material grafo-tátil) que auxiliam na leitura dos roteiros de forma autônoma promovendo o entendimento individual e coletivo das etapas da atividade minimizando as barreiras informacionais condicionadas pela falta da visão.

Contudo, mesmo com o uso de tais recursos não podemos afirmar que os DV vão compreender os conteúdos curriculares. Isso nos faz salientar a importância dos papéis do professor mediador e da AD no processo de ensino possibilitando a troca de experiências com foco na apropriação de conhecimentos e (re)elaboração da realidade que se manifesta “por meio da mediação dos signos. Só temos acesso a alguns aspectos dela através de signos. Mas, ao mesmo tempo, a realidade é aquilo que determina ou impulsiona a produção de signos” (PEIRCE apud SANTAELLA, 1995, p.44).

Nossos resultados ressaltam que para entender um experimento a consciência do DV precisa criar um signo, isto é, um pensamento organizado por meio do processo de mediação consistente entre ele e os fenômenos observados pelos sentidos remanescentes, o que chamamos de percepção. “Perceber não é senão traduzir um objeto de percepção em um julgamento de percepção, ou melhor, é interpor uma camada interpretativa entre a consciência e o que é percebido” (SANTAELLA, 2006, p.51). Ao oferecer condições ao DV de controlar suas ações, o professor estará possibilitando-o conferir “às funções superiores a tarefa de delegar a emancipação e potencial consciência, ampliando suas possibilidades subjetivas, que podem transformar a própria realidade” (ZANOLLA, 2012, p.8).

Partindo deste pressuposto, defendemos o uso da AD como ferramenta de mediação nas aulas experimentais para que os DV possam ter acesso às informações detalhadas das etapas, dos materiais e procedimentos da atividade possibilitando compreendê-la melhor e, conseqüentemente, aprender os conteúdos propostos, como podemos notar na dúvida apresentada por A10 sobre o estado físico de um dos reagentes (A10: Primeiro misturar os dois líquidos num béquer?; PFI1: Não, o sólido e o líquido.; A10: O bicarbonato de sódio é sólido?; PFI1: É.; A10: Aí depois os dois com a cola.).

Os dados demonstram que a AD permite transformar imagens em palavras para que informações importantes da atividade não passem despercebidas, como o estado físico do bicarbonato de sódio uma propriedade do material usado no experimento, promovendo o direito dos DV concluírem que tipo de mistura está

sendo realizada (sólido-líquido) por meio da cognição. Sobre a formação de conceitos, segundo Vygotsky (2005, p. 50):

(...) é o resultado de uma atividade complexa em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte. No entanto, o processo não pode ser reduzido à associação, à atenção, à formação de imagens, à inferência ou às tendências determinantes. Todas são indispensáveis, porém insuficientes sem o uso do signo, ou palavra, como o meio pelo qual conduzimos as nossas operações mentais, controlamos o seu curso e as canalizamos em direção à solução do problema que enfrentamos.

Nesse sentido, os resultados sinalizam que a AD auxilia os DV na realização independente das atividades macroscópicas previstas na IP (identificação das características dos materiais e reagentes e realização do experimento), que mediadas por PF11 viabilizou o desenvolvimento dos processos intelectuais dos alunos, do pensamento, onde se encontram a capacidade de cada aluno de formar conceitos, como visto no diálogo de PF11 com A3 e A10 sobre o percentual de ácido bórico na água boricada usada no experimento (PF11: Essa é a água boricada 3%. Alguém imagina o porquê desses 3%?; A3: 3% de ácido bórico!?!; A10: 3% de água misturada?; PF11: É o que o A3 falou: 3% de ácido bórico em água, ou seja, é uma solução aquosa de ácido bórico.). Sendo assim, advogamos que para o DV perceber a ideia final no contexto dialógico em detrimento do sentido literal expressado apenas pelo professor é essencial que ele evite equívocos no entendimento do conceito, o que pode ser evitado com a mediação audiodescrita.

Dando prosseguimento à IP, PF11 propôs à produção da geleca audiodescrevendo a localização dos materiais e reagentes que seriam usados no experimento e que estavam na bancada à frente dos alunos. Em seguida, PF12 faz a AD da balança semi-analítica vocalizada desenvolvida pelo Núcleo de Tecnologia Assistiva do LPEQI/UFG para uso em experimentos e explica seu modo de funcionamento.

Extrato 2

A11: *É daquelas balanças comuns?*

PF12: *Essa é pequena se comparada com as comuns e o prato de pesagem também é bem pequeno.*

A11: *Entendi.*

PF12: *Na parte esquerda tem um botão bem grande que será a primeira coisa que vocês vão sentir, provavelmente. É só aperta-lo por um segundo e*

soltar que a balança vai vocalizar o peso do béquer. Por exemplo, esse béquer pesa...

Balança semi-analítica vocalizada: Quarenta e sete gramas.

PF12: Então, esse béquer pesa 47 gramas. Se a gente acrescentar nele 45 gramas de cola, então, no total ele vai ficar com...

A10: Vai pesar 92 gramas.

PF12: Isso. O béquer pesa 47g mais 45g da cola, então teremos como massa final 92g. Certo? Então, você vai colocar cola até a balança falar quanto?

A11: Noventa e dois gramas.

A AD dos materiais e reagentes usados nos experimentos, bem como os equipamentos e a forma de manuseio (PF12: Na parte esquerda tem um botão bem grande que será a primeira coisa que vocês vão sentir, provavelmente. É só apertá-lo por um segundo e soltar que a balança vai vocalizar o peso do béquer. Por exemplo, esse béquer pesa...) são realizadas como “uma descrição apta a construir entendimento onde antes não existia, ou era impreciso; [...] uma ponte entre a imagem não vista e a imagem construída na mente de quem ouve a descrição” (KOEHLER, 2017, p.22).

Neste cenário, apoiamo-nos em Vygotsky (2005) para salientar o papel de PF11 e PF12 como mediadores do processo de ensino, pois juntos conjugaram signo e instrumento e com o auxílio da AD possibilitaram aos DV desenvolverem suas capacidades de construir representações mentais dos materiais e instrumentos usados no experimento a partir de outro modelo de observação, contribuindo para a sua significação.

No extrato 2, o signo pode ser representado pela massa do béquer (PF12: Então, esse béquer pesa 47 gramas [...]), que deve ser descontada para respeitar as proporcionalidades das massas dos reagentes, não alterando o resultado final esperado no experimento (PF12: [...] Se a gente acrescentar nele 45 gramas de cola, então, no total ele vai ficar com...; A10: Vai pesar 92 gramas.; PF12: Isso. O béquer pesa 47g mais 45g da cola, então teremos como massa final 92g.).

Já o instrumento foi representado pela balança semi-analítica (Figura 1) cujas propriedades física e mecânica foram usadas como ferramenta para medir a massa do béquer e dos reagentes (Balança semi-analítica vocalizada: Quarenta e sete gramas.) considerando a necessidade dos sujeitos da investigação: a vocalização (BENITE et al., 2017a; 2017b).

Figura 1: Alunos realizando a prática experimental de forma independente.



Fonte: LPEQI.

Após a realização do experimento foi feita a leitura tátil da função orgânica éster no papel em alto-relevo (Extrato 3).

Extrato 3

PF11: *Alguém lembra como é a fórmula do éster?*

A6: *Eu sei que têm oxigênios fazendo ligações com um carbono, né?*

PF11: *Quase. Vou te mostrar a representação em alto relevo.*

A11: *Ah, tá! Essa daqui* (PF11 apresenta a representação do polímero em alto relevo).

PF11: *Eu quero que vocês encontrem o grupo funcional éster nessa estrutura.*

A11: *Aqui, professora, é essa daqui?*

A14: (A14 Tateia a molécula) *C, O, não, não é!*

PF11: *A14 acompanhe: esse é o 'C' e na frente dele é o 'O' com uma dupla ligação, na parte de cima, à direita. Aqui, do lado de baixo também do lado direito do mesmo 'C', por meio de uma ligação simples temos outro 'O' e mais para o lado direito temos outro 'C'. Todos encontraram?*

A9: *Não.*

PF11: *Vamos lá. Com a mão direita, desce o dedo, qual é a letra?*

A9: *'C'.*

PF11: *Agora pra cima, dupla ligação e do lado direito o...*

A9: *'O'.*

PF11: *Agora para baixo, ligação simples e do lado direito o...*

A9: *'O', ligação simples, C.*

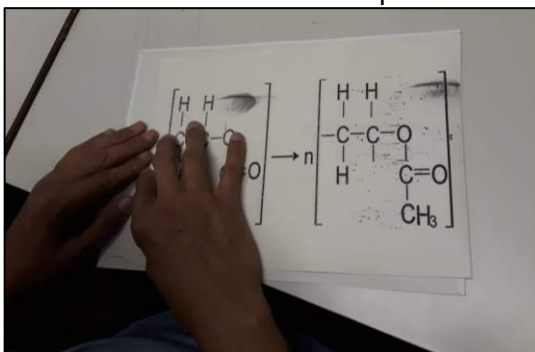
PF11: *Esse é o grupo funcional que caracteriza o éster.*

O estudo da função orgânica éster é iniciado com a identificação tátil de sua simbologia, em que PF11 questiona aos alunos qual o grupo funcional representante dos ésteres (PF11: Alguém lembra como é a fórmula do éster?). Importa considerar que este pode ser um símbolo comum para profissionais da Química e do ensino de Química, mas pode não ser para um DV que esteja tendo contato pela primeira vez

com a referida linguagem ou que foi apenas integrado⁶ fisicamente nas aulas de Química, como demonstrado na fala de A6 quando o mesmo tenta descrever a função (A6: Eu sei que têm oxigênios fazendo ligações com um carbono, né?).

Se contrapondo a apatia escolar de oferta de serviços adequados à inclusão, PF11 pede para que os alunos identifiquem o grupo funcional (Figura 2) na impressão em alto relevo (PF11: Eu quero que vocês encontrem o grupo funcional éster nessa estrutura.).

Figura 2: Aluno tateando a molécula do polímero em alto relevo.



Fonte: LPEQI.

A Química se utiliza de signos para melhor compreensão, ensino e aprendizagem. As representações químicas podem ser consideradas signos. Quando A6 afirma que a função orgânica éster tem oxigênios fazendo ligações com um carbono é a primeira associação que ela faz com o termo Éster. A6 relaciona com algo já conhecido, recorrendo a memória, provavelmente por já ter acessado este conteúdo anteriormente, mas não consegue caracterizar o grupo funcional na íntegra. Então, PF11 pede aos alunos que encontrem o grupo funcional na estrutura em alto relevo dada para análise.

Após tatearem o modelo, PF11 audiodescreve cada elemento e ligações químicas dispostas na estrutura (PF11: A14 acompanhe: esse é o 'C' e na frente dele é o 'O' com uma dupla ligação, na parte de cima, à direita. Aqui, do lado de baixo também do lado direito do mesmo 'C', por meio de uma ligação simples temos outro 'O' e mais para o lado direito temos outro 'C'. Todos encontraram?).

⁶ Sobre a integração escolar, esse movimento surgiu na Europa em meados da década de 1960 transferindo para a escola regular estudantes com deficiências e variedade de atividades adequadas de ensino das instituições de ensino especial, em defesa da sua normalização, ou seja, a possibilidade de se desenvolverem da forma mais normal possível em espaços adequados e de socialização (SANCHES, TEODORO, 2006). Entretanto, o cenário que percebemos nas escolas regulares atuais é que alunos com deficiência são integrados fisicamente nas salas de aula, mas excluídos das atividades e com dificuldades de socialização.

Assim, a mediação docente com o auxílio da estrutura em alto relevo e da audiodescrição podem proporcionar uma nova interpretação do grupo funcional discutido por parte dos alunos viabilizando a caracterização de um éster. No entanto, percebemos que mesmo com a audiodescrição feita por PFI1 nem todos os alunos compreenderam tal estrutura.

Nossos resultados ressaltam novamente que apenas a TA (AD) não é capaz de promover aprendizagem, ela deve assumir o papel também de instrumento de mediação (WERTSCH, 1998), identificado na fala de PFI1 com A9 (PFI1: Vamos lá. Com a mão direita, desce o dedo, qual é a letra?; A9: 'C'; PFI1: Agora pra cima, dupla ligação e do lado direito o...; A9: 'O'; PFI1: Agora para baixo, ligação simples e do lado direito o...; A9: 'O', ligação simples, C; PFI1: Esse é o grupo funcional que caracteriza o éster.). Ou seja, defendemos nesta investigação que o uso de instrumentos eficazes (TA), como a AD e estruturas moleculares em alto relevo, no processo de mediação dos conteúdos pode promover o desenvolvimento de atividades psicológicas intencionais pelos DV possibilitando a aprendizagem com a participação ativa na atividade proposta.

Refletindo a ação: categorização semiótica acerca da interpretação do experimento pelos DV

Para os alunos que compreenderam a representação do grupo funcional éster, esses atingiram uma primeira categoria fenomenológica de Peirce, a primeiridade. A primeiridade corresponde a uma percepção inicial, é a característica atribuída ao signo de forma imediata, anterior a qualquer descrição (SANTAELLA, 2006). A partir dessa primeira interpretação, o interpretante (o aluno) criará um processo relacional na sua mente ao se deparar com o signo.

Para Peirce, é o signo que remete à representação e cada interpretante pode relacioná-lo com algum objeto ou signo equivalente. A partir da experimentação os alunos puderam associar a geleca ao grupo funcional éster e aos conceitos discutidos na aula ressignificando o signo apreendido. Ao fazer essa associação o aluno atinge a segunda categoria fenomenológica de Peirce: a secundidade.

Continuando a busca por participações mais ativas dos DV no experimento, PFI1 prossegue a IP com a descrição da molécula do polímero envolvido na aula: poliacetato de vinila, ou polietanoato de etila, impressa em alto relevo, seguindo a

nomenclatura de compostos com o grupo funcional éster, como apresentado no extrato 4.

Extrato 4

PF11: *Agora, vamos nomear uma molécula com função éster. Quantos carbonos vocês identificaram ligados ao carbono do grupo funcional?*

A6, A9, A11: *um.*

PF11: *Um carbono com mais um carbono do grupo funcional, dá dois. E como é o prefixo de dois carbonos?*

A6: *'Et'.*

PF11: *Isso. Agora, qual a ligação entre os dois carbonos?*

A9: *Simples.*

PF11: *E como fica o infixos?*

A9: *'An'.*

PF11: *Como ela é formada só por carbono, hidrogênio e oxigênio, ela poderia ser um hidrocarboneto e sua nomenclatura ficaria etano, mas como tem o grupo funcional éster, 'adicionamos' um sufixo 'ato'. Então fica?*

A11: *Etanoato.*

PF11: *Exatamente. Agora já que nomeamos a parte que tem o grupo funcional vamos passar pra outra parte da molécula. O que vocês estão identificando aí?*

A11: *Três 'H', 'O'...*

PF11: *'O' não.*

A11: *Não! Três 'H', 'C', dois 'H', 'C', 'O'.*

PF11: *O 'O' já faz parte do grupo funcional. É só até o segundo 'C' (A11 bate o alto relevo com o dedo acompanhado por PF11 que segura sua mão). Todo mundo conseguiu identificar os dois carbonos e os hidrogênios presentes? Então, mais uma vez, dois carbonos ficam como a nomenclatura?*

A11: *'Et'.*

PF11: *Como a gente já nomeou a parte que tem o éster que ficou etanoato, a outra parte da molécula deverá terminar em 'ila'. Então, a segunda palavra fica...*

A11: *Etila.*

Apoiados em Vygotsky (1993) afirmamos que apenas “sobre a base do emprego da palavra como meio de formação do conceito, surge a singular estrutura significativa que podemos chamar de conceito genuíno” (p.178), dessa forma para o autor não existe conceito sem atividade semiótica verbal.

Atingimos a partir da abordagem exposta no extrato 4 novas associações conceituais para o composto orgânico éster, demandando do interpretante sucessivas associações. A interpretação do signo demanda a criação de um segundo signo que traduz o primeiro, consolidando-se, assim, a relação entre primeiridade e secundidade numa síntese intelectual, caracterizando a terceiridade de Peirce (SANTAELLA, 2006).

Como exposto no extrato 4, nossos resultados salientam que a construção da nomenclatura das estruturas moleculares orgânicas se dá em sistema formal de interpretação, como consta no diálogo mediado por PF11 (PF11: Agora, vamos nomear uma molécula com função éster. Quantos carbonos vocês identificaram ligados ao carbono do grupo funcional?; A6, A9, A11: um.; PF11: Um carbono com mais um carbono do grupo funcional, dá dois. E como é o prefixo de dois carbonos?; A6: 'Et'.; PF11: Isso. Agora, qual a ligação entre os dois carbonos?; A9: Simples.; PF11: E como fica o infixo?; A9: 'An'.; PF11: Como ela é formada só por carbono, hidrogênio e oxigênio, ela poderia ser um hidrocarboneto e sua nomenclatura ficaria etano, mas como tem o grupo funcional éster, 'adicionamos' um sufixo 'ato'. Então fica?; A11: Etanoato.).

Nesse sentido, argumentamos que o modelo científico é constituído pela mediação entre um sistema formal teórico e sua interpretação. Isto é, os modelos teóricos formados por um corpo de informações obtêm conteúdo ao serem indiretamente relacionados a aspectos observáveis da realidade exterior, que nesta investigação o ensino do modelo teórico pôde ser compreendido por meio da construção da nomenclatura molecular pelos DV com o auxílio da AD da estrutura em alto relevo (PF11: Exatamente. Agora já que nomeamos a parte que tem o grupo funcional, vamos passar pra outra parte da molécula. O que vocês estão identificando aí?; A11: Três 'H', 'O'...; PF11: 'O' não.; A11: Não! Três 'H', 'C', dois 'H', 'C', 'O'.; O 'O' já faz parte do grupo funcional. É só até o segundo 'C' (A11 tateia o alto relevo com o dedo acompanhado por PF11 que segura sua mão). Todo mundo conseguiu identificar os dois carbonos e os hidrogênios presentes? Então, mais uma vez, dois carbonos ficam como a nomenclatura?; A11: 'Et'.; PF11: Como a gente já nomeou a parte que tem o éster que ficou etanoato, a outra parte da molécula deverá terminar em 'ila'. Então, a segunda palavra fica...; A11: Etila.).

Dessa forma, nossos resultados demonstram que ao conjugar recursos de TA (material em alto relevo e AD) acerca da representação simbólica (fórmula estrutural) do etanoato de etila, PF11 permitiu com que A11, por meio do tato, atribuísse significado apropriado “dentro do atual paradigma da natureza particulada da matéria, com o auxílio da mediação de uma representação com qualidade icônica” (SILVA, 2007, p.95).

Convergiendo os resultados da investigação

Neste estudo propomos a experimentação com o uso de instrumentos (adaptados ou transformados em tecnologia assistiva) acompanhados da audiodescrição como lógica de entendimento de como se fundamentam as interpretações dessa atividade cultural, o experimento, pelos DV. Procuramos compreender que a formação do conceito químico pelos DV está associada às formas como esses se apropriam do conhecimento e como os experimentos podem ser propostos com o auxílio da TA, dentre elas a AD.

Fundamentados em Peirce (2005), argumentamos que a semiótica nos possibilitou compreender, por meio das falas dos DV, as representações de suas experiências, articuladas em tempos e espaços, construídas pelas suas ações durante a IP.

Nossos resultados evidenciaram que o conhecimento, inclusive sobre o uso dos instrumentos culturais da Química acompanhados do roteiro audiodescrito, ocorreu em três etapas devido às barreiras que os DV enfrentam na realização do procedimento experimental: inicialmente as ideias de vidrarias, reagentes e equipamentos, dentre outros, emergiram na mente dos DV, como suas qualidades potenciais, a partir de suas experiências sensoriais; em seguida, mediados pelo professor auxiliados por estruturas moleculares impressas em alto-relevo, os mesmos buscaram as relações de identificação; por fim, interpretaram as informações acessadas, de maneira dialógica, mediados pelo professor.

Nesse sentido, entendemos que audiodescrever o experimento objetiva considerar o exercício da alteridade, pois a partir da mediação de PFI1 e PFI2 os DV interagiram com perguntas, hipóteses e respostas baseados nas informações obtidas pelos sentidos remanescentes, construindo suas maneiras de participação no processo de observação, realização e interpretação do fenômeno buscando a participação autônoma no experimento (BAKHTIN, 1992). Ou seja, “não é a atividade mental que organiza a expressão, mas, ao contrário, é a expressão que organiza a atividade mental, que modela e determina a sua orientação” (BAKHTIN, 2006).

Sobre as contribuições para a formação dos professores envolvidos, no âmbito da inclusão escolar, nossos resultados corroboram com Mantoan (2003) quando diz que “um professor que engendra e participa da caminhada do saber

‘com’ seus alunos conseguem entender melhor as dificuldades e as possibilidades de cada um e provocar a construção do conhecimento com maior adequação” (p.42).

Considerações finais

É por meio da comunicação mediada pelo professor e com o auxílio de instrumentos que os DV aprimoram seu vocabulário, ampliam sua linguagem e, conseqüentemente, amadurecem suas participações nos modos sociais de interação, internalizando-os. E são os modos sociais de interação que os DV usam para organizar suas atividades, internalizando signos e práticas sociais, desenvolvendo o pensamento verbalizado.

Como instrumento de mediação, apresentamos neste estudo a audiodescrição como um tipo de tecnologia assistiva de acessibilidade comunicacional, de modalidade intersemiótica, que transforma linguagem visual em linguagem verbal podendo ampliar o acesso dos DV à cultura Química. Nossos resultados valorizam a elaboração de roteiros experimentais audiodescritos como recurso inclusivo para o desenvolvimento e a participação autônoma dos DV, em contraponto aos desafios que a deficiência impõe nesse tipo de atividade.

Os resultados apresentados ponderam que a Semiótica de Peirce nos permite refletir o modo com que os DV podem reconhecer e interpretar as características instrumentais e as particularidades procedimentais dos experimentos, a partir das inferências mentais, isso porque as coisas do mundo, sejam elas reais ou abstratas, aparecem inicialmente como qualidade, depois como relação com algo já conhecido e, por fim, como interpretação, por meio dos signos que compõem o pensamento e que são organizados pela linguagem.

Referências

ALVES, S. F.; TEIXEIRA, C. R. Audiodescrição para pessoas com deficiência visual: princípios sociais, técnicos e estéticos. In: BESSA, C.R.; BELL-SANTOS, C.; LAMBERTI, F. (org). **Tradução em Contextos Especializados**. Brasília: Verdana, 2015.

ALVES, S. F.; TELES, V. C. Audiodescrição simultânea: propostas metodológicas e práticas. **Trabalhos em Linguística Aplicada**, v. 56, n. 2, p. 417-441, 2017.

ALVES, S. F.; TELES, V. C.; PEREIRA, T. V. Propostas para um modelo brasileiro de audiodescrição para deficientes visuais. **Revista Tradução & Comunicação**, v. 22, p. 9-29, 2011.

ARAÚJO, V. L. S. A formação de audiodescritores no Ceará e em Minas Gerais: Uma proposta baseada em pesquisa acadêmica. In: MOTTA, L. M. V. M.; ROMEU FILHO, P. **Audiodescrição: Transformando Imagens em Palavras**. Secretaria de Estado dos Direitos da Pessoa com deficiência. Governo do Estado de São Paulo, p. 93-105, 2010.

BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 1992.

_____. (VOLOSHINOV, V. N.). **Marxismo e filosofia da linguagem: Problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem**. Trad. Michel Lahud e Yara Frateschi Vieira. São Paulo: Hucitec, 2006.

BARRAGA, N. **Disminuidos visuales y aprendizaje: enfoque evolutivo**. Madrid, Organización Nacional de Ciegos de Espana, 1985.

BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C.; BONOMO, F. A. F.; VARGAS, G. N.; ARAÚJO, R. J. S.; 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, 2017a.

_____. A experimentação no Ensino de Química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 3, p. 245-249, 2017b.

BRASIL. **Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000**. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, DF, 19 dez. 2000. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l10098.htm > Acesso em: 8 jul. 2022.

_____. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF, 6 jul. 2015. Disponível: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm > Acesso em: 08 jul. 2022.

CARDOSO, A. C. O.; BARROS, H. N. S.; OLIVEIRA, D. A. A. S.; MESSEDER, J. C. A química da Slime: implicações e perspectivas no Ensino Fundamental. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 3, n. 2, p. 1-16, 2019.

COSTA, L.; FROTA, M. P. Audiodescrição: primeiros passos. **Tradução em Revista**, v.11, p.1-15, 2011. Disponível em: < <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/18882/18882.PDF> >. Acesso em: 08 jul. 2022.

CRUZ, A. M. L. **A Audiodescrição na mediação de alunos com deficiência visual no ensino médio: um estudo com a disciplina de geografia**. 2016. 187f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Centro Interdisciplinar de Novas

Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

DALMOLIN, M. **Memória coletiva**: audiodescrição em sala de aula. 2015. 106f. Dissertação (Mestrado em Memória Social) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

ECO, U. **Lector in Fabula**: a cooperação interativa nos textos narrativos. SP: Perspectiva, 1983.

FRANÇA, F. A.; BENITE, C. R. M. Ensino de Química para alunos com deficiência visual: fundamentos para a formação docente numa parceria colaborativa. In: BENITE, C. R. M.; GUIMARÃES, S. S. M.; CEDRO, W. L. **Formação, Ensino e Pesquisa**: novo retrato da educação em Ciências e Matemática. Ijuí: Ed. Unijuí, 2019.

FRANCO, E. P. C.; SILVA, M. C. C. C. Audiodescrição: breve passeio histórico. In: MOTTA, L.M.V.M.; ROMEU FILHO, P. **Audiodescrição**: transformando imagens em palavras. Secretaria de Estado dos Direitos da Pessoa com deficiência. Governo do Estado de SP, p. 23-42, 2010.

HODSON, D. Experiments in science and science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, v. 20, p. 53-66, 1988.

HOFSTEIN, A. Laboratory work, forms of. In: GUNSTONE, R.R. (Ed.). **Encyclopedia of science education**. Dordrecht: Springer, p.563-566, 2015.

JAKOBSON, R. **Linguística e Comunicação**. São Paulo: Cultrix, 1969.

JOHANSEN, J. D. Prolegomena to a semiotic theory of text interpretation. **Semiótica**, v. 57, n. 3/4, p. 225-288, 1985.

JOHNSTONE, A. H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, p. 701-704, 1993.

KOEHLER, A. D. **Audiodescrição**: um estudo sobre o acesso às imagens por pessoas com deficiência visual no Estado do Espírito Santo. Tese - Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

LIMA, F. J.; LIMA, R. F. O áudio-descritores em eventos educacionais e científicos: orientações para uma áudio-descrição simultânea. **Revista Brasileira de Tradução Visual**, p.1-48, 2013.

LURIA, A. R. et al. O desenvolvimento da escrita na criança. In: VIGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Tradução de Maria da Penha Villalobos. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1988.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão Escolar**: o que é? porquê? como fazer? São Paulo: Moderna, 2003.

MARCUSCHI, L.A. **Análise da conversação**. São Paulo: Ática, 2003.

MICHELS, L. R. F.; SILVA, M. C. F. A audiodescrição na escola. In: CARPES, D. S. **Audiodescrição: práticas e reflexões**. Santa Cruz do Sul: Catarse, p. 116-123, 2016. Núcleo de Acessibilidade UFG, 2016.

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. 273-283, 2000.

NICOLAU, M.; ABATH, D.; LARANJEIRA, P. C.; MOSCOSO, T.; MARINHO, T.; NICOLAU, V. Comunicação e Semiótica: visão geral e introdutória à Semiótica de Peirce. **Revista Eletrônica Temática**, v. 8, p.1-25, 2010.

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2005.

PLAZA, J. **Tradução Intersemiótica**. São Paulo: Perspectiva, 1987.

PORTO, P. A.; VANIN, J. A. “Copo de Becker” e “Terra de Fuller”, dois erros correntes na nomenclatura Química do Brasil. **Química Nova**, v. 16, n. 1, p. 69-70, 1993.

PRAXEDES FILHO, P. H. L.; MAGALHÃES, C. M. Audiodescrições de pinturas são neutras? Descrição de um pequeno *corpus* em português via Teoria da avaliatividade. In: PONTES, V. O., CUNHA, R. B., CARVALHO, E. P.; TAVARES, M. G. G. (Org.). **A tradução e suas interfaces: múltiplas perspectivas**. Curitiba: CRV, p.99-130, 2015.

ROQUE, N. F.; SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. **Química Nova**, v. 31, n. 4, p. 921-923, 2008.

RUIZ, A. G; PALAZUELOS, G. I. El trabajo práctico integrado con la resolución de problemas y el aprendizaje conceptual en la química de polímeros. **Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales**, n. 39, p. 40-51, 2004.

SANCHES, I.; TEODORO, A. Da integração à inclusão escolar: cruzando perspectivas e conceitos. **Revista Lusófona de Educação**, v. 8, p. 63-83, 2006.

SANTAELLA, L. **A teoria geral dos signos**. São Paulo: Ática, 1995.

_____. **O que é semiótica**. São Paulo: Brasiliense, 2006.

_____. **Semiótica aplicada**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

SEOANE, A. F. A audiodescrição do filme Corisco e Dadá. In: ARAÚJO, V. L. S.; ADERALDO, M. F. **Os novos rumos da pesquisa em audiodescrição no Brasil**. Curitiba: Ed. CRV, 2013.

SILVA, J. G. **Desenvolvimento de um ambiente virtual para estudo sobre a representação estrutural em Química**. 2007. 173f. Dissertação (Mestrado em

Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SNYDER, J. Audio description: the visual made verbal. In: DÍAZ-CINTAS, J.D. (org.). **The didactics of audiovisual translation**. Amsterdam e Philadelphia: John Benjamins, p.191-198, 2008.

SOUSA, I. V. Audiodescrição: o que é? Como se faz? **Revista Educação à distância e práticas educativas comunicacionais e interculturais**, v. 17, n. 3, p. 34-45, 2017.

TAVARES, T. G. Um breve olhar sobre a audiodescrição. Congresso Internacional Comunicação e Consumo, 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo, Escola Superior de Propaganda e Marketing, 2015. Disponível em: < http://anais-comunicon2015.espm.br/GTs/GT4/30_GT04_Tavares.pdf> Acesso em: 08 jul. 2022.

VERONEZI, R. J. B.; DAMACENO, B. P.; FERNANDES, Y. B. Funções psicológicas superiores – origem social e natureza mediada. **Revista Ciências Médicas**, v. 14, n. 6, p. 537-541, 2005.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

_____. **Problemas de Psicologia General – Obras Escogidas – V. II**. Madri: Visor, 1993.

WERSTCH, J. **Mind as action**. New York: Oxford University Press, 1998.

ZANOLLA, S. R. S. O conceito de mediação em Vigotski e Adorno. **Psicologia & Sociedade**, v. 24, n. 1, p. 5-14, 2012.

ZEICNHER, K. M. Action research: personal renewal and social reconstruction. **Educational Action Research**, v. 1, n. 2, p. 199–219, 1993.

Recebido em: 30/09/2021.

Aprovado em: 16/07/2022.