

O USO DE MATERIAIS DINÂMICO-TÁTEIS NA ELABORAÇÃO CONCEITUAL POR UM ESTUDANTE CEGO: TRABALHANDO O EFEITO DE FORÇAS E A ESTABILIDADE ENERGÉTICA DE SISTEMAS INTRAMOLECULARES

The use of dynamic-tactile materials in conceptual elaboration by a visually impaired student: working on the effect of forces and energetic stability of molecular systems

Marcos Antonio Pereira da Silva [raggazzi@hotmail.com]

Universidade Federal de Ouro Preto

Instituto de Ciências Exatas e Biológicas – (MPEC/UFOP) - Ouro Preto - MG, 35400-000

Sandra de Oliveira Franco-Patrocínio [sandra.patrocinio@ufop.edu.br]

Universidade Federal de Ouro Preto

Instituto de Ciências Exatas e Biológicas – (DEQUI/MPEC) - Ouro Preto - MG, 35400-000

Jomara Mendes Fernandes [jomara.fernandes@ufopa.edu.br]

Universidade Federal do Oeste do Pará - CITB

R. Universitário, s/n - Maria Magdalena, Itaituba - PA, 68183-300

Recebido em: 16/06/2022

Aceito em: 28/12/2022

Resumo

Essa pesquisa tem por objetivo compartilhar a experiencição do uso de dois objetos dinâmico-táteis (ODTs) como mediadores na construção de modelos mentais de conceitos químicos abstratos por um estudante com deficiência visual (ECDV). Os ODTs são ferramentas que, por aplicação de forças (mecânica ou magnética, obtidas, por exemplo, pela tensão de elásticos ou de borrachas e de ímãs, respectivamente), geram movimentos e alterações da configuração inicial do sistema. A presente investigação se trata de um estudo de caso único, de natureza qualitativa. Os resultados revelaram que o ECDV, a partir da experiencição tátil em nível sensorial muscular possibilitada pelos ODTs, desenvolveu uma integração dinâmica e simultânea de informações permitindo a construção de modelos mentais dos conceitos e dos fenômenos estudados. Portanto, a utilização de ODTs pode contribuir de forma significativa como mediador para a construção de modelos mentais de conceitos químicos abstratos por estudantes cegos.

Palavras-chave: Educação inclusiva; Ensino de química; Deficiência visual; Objeto dinâmico-tátil.

Abstract

This research aims at sharing the experience of using two dynamic-tactile objects (DTOs) as mediators in the construction of mental models of abstract chemical concepts by a visually impaired student (VIS). DTOs are tools that, through the application of forces (mechanical or magnetic, obtained, for example, by the tension of rubber bands or rubbers and magnets, respectively), generate movements and changes in the system's initial configuration. The present investigation is a single case study, of a qualitative research nature. The results revealed that the VIS, from the tactile experience at the muscle sensory level, made possible by the DTOs, developed a dynamic and simultaneous integration of information allowing the construction of mental models of the concepts and phenomena studied. Hence, the use of DTOs can meaningfully contribute as a mediator to the construction of mental models of abstract chemical concepts by visually impaired students.

Keywords: Inclusive education; Chemistry teaching; Visual impairment; Dynamic-tactile object.

Introdução

A garantia ao direito de educação emancipadora aos estudantes com deficiência visual (ECDV) tem sido um grande desafio, pois a realidade do sistema educacional brasileiro se caracteriza por recursos estruturais, materiais, didáticos e humanos escassos. Contudo, o recurso humano é um dos mais impactantes para a implementação de uma Educação Inclusiva¹ para pessoas com deficiência visual. Para Bueno (1999), a preparação de professores para incluir alunos com deficiência é fundamental:

Há de se contar com professores preparados para o trabalho docente que se estribem na perspectiva da diminuição gradativa da exclusão escolar e da qualificação do rendimento do aluno, ao mesmo tempo em que, dentro dessa perspectiva, adquiram conhecimentos e desenvolvam práticas específicas necessárias para a absorção de crianças com deficiência (p. 18).

A garantia dos direitos à educação adequada de ECDV passa, entre outros fatores, pela preparação de professores. Mostra-se importante que os docentes sejam capacitados de maneira adequada, objetivando promover a inclusão de estudantes público-alvo da Educação Especial (PAEE)². Além disso, também se sobressai a importância da matrícula desses estudantes em escolas regulares, visando à valorização das diferenças e proporcionando possibilidades de desenvolvimento de conhecimentos científicos.

Entretanto, o professor é um elemento fundamental, porém não exclusivo, para uma Educação Inclusiva. Para transformá-la em uma realidade, necessitamos do desenvolvimento e da divulgação de práticas educativas e de recursos didáticos multissensoriais para minimizar as barreiras da deficiência visual.

Na busca por uma inclusão mais eficaz de ECDV em salas de aula regulares, precisamos mitigar a falta de apoio técnico-estrutural, de projetos educativos e de recursos didáticos que permitam que os professores promovam um ensino mais inclusivo e que proporcionem condições de aprendizagens equiparadas aos estudantes videntes. Para Graells (2000), esses recursos didáticos e projetos educativos devem fornecer informações, orientar a aprendizagem, exercitar habilidades, motivar, avaliar e prover simulações e ambientes de expressão e de criação.

A utilização de materiais e de estratégias diferenciadas não representa garantia de aprendizado, mas possibilita aulas mais interessantes, mais participativas e menos excludentes, corroborando as ideias de Sant'Ana (2005):

O sucesso da intervenção do professor da sala comum depende de mudanças nas práticas pedagógicas, da adoção de novos conceitos e estratégias, adaptação ou (re)construção de currículos, uso de novas técnicas e recursos específicos para o uso com esses estudantes, novas formas de avaliação, entre outras mudanças e implementações (p. 227).

É por meio de mensagens verbais, táteis e cinestésicas que as pessoas com deficiência visual interagem e assimilam o mundo físico, constroem suas percepções elementares e formam as imagens mentais das pessoas, dos objetos e dos ambientes (Bruno, 2006). Entretanto, algumas vezes, as informações auditivas e os recursos multissensoriais estáticos, por si só, não são suficientes para a compreensão de alguns conceitos e fenômenos químicos que requerem muita abstração. Portanto,

¹ A Educação Inclusiva tem como ideário o direito à igualdade de oportunidades, o que não significa um “modo igual” de educar a todos, mas educar a todos com equidade, ou seja, dar a cada um o que necessita, em função de suas características e necessidades individuais (Camargo, 2017; Mittler, 2003).

² De acordo com a LDB (1996), com a Política Nacional de Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva (2008) e com o artigo 58 da Lei nº 12.796 (2013), o público-alvo da Educação Especial é constituído pelos estudantes com Transtornos Globais do Desenvolvimento: autismo, Síndrome de Asperger e Síndrome de Rett; com Altas Habilidade/Superdotação; com deficiências: intelectual, visual, auditiva, surdocegueira, física e múltipla.

fazem-se necessários o desenvolvimento de recursos que ampliem a experiência dos estudantes (por exemplo, adicionando movimentos aos elementos táteis) e a capacitação de professores para utilizá-los em sala de aula.

Para Vygotsky ([1924] 1997), é desejável que a educação de ECDV ocorra em escolas regulares e não seja diferenciada, ou seja, indica-se que as atividades realizadas por estudantes com e sem deficiência visual possuam o mesmo nível de conhecimento e de desafios cognitivos. Para contemplarmos a premissa vygotskyana de Educação Inclusiva de ECDV, acreditamos ser imprescindível o desenvolvimento de uma nova modalidade de recursos táteis: os objetos dinâmico-táteis.

Os objetos dinâmico-táteis (ODTs) são ferramentas que por aplicação de forças geram movimento e alterações da configuração inicial do sistema em análise. A natureza das forças aplicadas pode ser mecânica ou magnética, obtidas, por exemplo, pela tensão de borrachas ou de elásticos e de ímãs, respectivamente. Ao incrementarmos, positiva ou negativamente, a tensão em uma borracha ou em um elástico e ao aproximarmos ou afastarmos ímãs, estamos possibilitando que as pessoas com deficiência visual experimentem o nível sensorial muscular.

Portanto, esse tipo de recurso se diferencia dos recursos estático-táteis, por possibilitar a exploração de movimentos e de mudanças sistêmicas, ampliando o campo da experiência tátil. Os objetos dinâmico-táteis podem facilitar a construção de modelos mentais de conceitos a partir da experiência dos movimentos e das alterações sistêmicas geradas. Essa construção, quando da utilização de recursos estático-táteis, é fundamentada apenas no toque de objetos e na audiodescrição do fenômeno.

Possibilitar ao ECDV que ele, autonomamente, experiencie uma representação de um fenômeno de forma mais abrangente é um meio de contribuir para a transformação de uma dinâmica de ensino excludente para uma dinâmica de ensino inclusivo.

Para Fernandes *et al.* (2017), considerando que uma das maneiras de o cego aprender e compreender é, sobretudo, por meio do tato, devemos estar atentos a criar estratégias de ensino que coloquem esse sentido como importante instrumento de comunicação e de construção do conhecimento, além da fala.

Partindo dessa premissa, o presente artigo tem por objetivo discutir a eficácia do uso de objetos dinâmico-táteis como mediadores na construção de modelos mentais de conceitos químicos abstratos, tais como estabilidade de sistemas (estado de menor energia livre) por meio de aplicação de forças, forças atrativas e repulsivas, entre outros, no processo de aprendizagem do estudante com deficiência visual.

Referencial Teórico

A cognição

A cognição é o processo de construção de sentido na mente. Ela é acumulativa, constituída a partir da experiência direta com o ambiente e complementar à percepção sensorial. É através da cognição que as sensações adquirem valores, significados e formam uma imagem no universo de conhecimento do indivíduo, envolvendo necessariamente reconhecimento, memória e pensamento (Weber, 1995).

A percepção é compreendida como uma experiência relacionada à interação entre o indivíduo e o ambiente, que se dá, exclusivamente, através dos sentidos básicos: visão, olfato, audição, tato e paladar (Weber, 1995). Entretanto, ela também pode estar relacionada à interação entre o indivíduo e

o ambiente, através de outros fatores, tais como memória, personalidade, cultura, tipo de transmissão (Gibson, 1966). Quando, na interação indivíduo-ambiente, o indivíduo utiliza um conjunto de informações e de valores que dispõe sobre o ambiente denominamos, essa experiência como experiência cognitiva.

Silva (2009) estabelece que o conhecimento do mundo externo é multidependente:

O conhecimento do mundo externo depende dos órgãos dos sentidos, da relação entre o ambiente e a consciência que se tem dele, associado à conexão ordenada e precisa entre os componentes estruturais do sistema neurobiológico, que sofrem aprimoramento de acordo com a necessidade funcional de sobrevivência (p. 47).

Essa autora destaca a importância do encéfalo para a construção da percepção:

Dentre os componentes do sistema neurobiológico, o encéfalo humano possui uma rede com milhares de células nervosas interconectadas em sistemas responsáveis pela construção da percepção sobre o mundo externo e pelo controle do mecanismo das ações. A especificidade das conexões sinápticas, determinadas durante o desenvolvimento, forma a base comportamental no que se refere à percepção, ação, emoção e aprendizagem (p. 47).

Dessa forma, as sensações referem-se ao contato inicial do ser vivo com a detecção e com a codificação da energia do ambiente físico (estímulos sensoriais) vinda da luz, da pressão, do calor, do ruído ou de substâncias químicas (Silva, 2009). Portanto, de acordo com Schwartz (2004), o conhecimento do ambiente físico externo e a sensação interna da realidade física resultam da coleta de informações sensoriais captadas pelas células receptoras nos órgãos dos sentidos.

Silva (2009) realça que dois indivíduos percebem o mesmo estímulo de forma diferente, pois as capacidades sensoriais dos seus neurônios são geneticamente diferentes e por terem sido submetidos a experiências e a influências ambientais distintas. Lent (2004) complementa, indicando que o próprio indivíduo atravessa estados fisiológicos (sono, saúde ou doença) e psicológicos (consciência, atenção ou emoção) ao longo de um dia ou da vida, que são capazes de modificar as informações que os sentidos veiculam, provocando percepções diferentes.

Corrêa (2006) correlaciona cognição e conhecimento, ao apresentar a cognição como um conjunto de processos que dizem respeito a tudo que possa estar relacionado à aquisição, à manutenção, à recuperação e ao uso de conhecimento, sendo este entendido como produto mental da interação do indivíduo com o que lhe é exterior, no meio físico e social.

Neufeld, Brust e Stein (2011) citam que, apesar da grande diversidade de modelos explicativos sobre cognição humana, existem algumas noções básicas que são consenso, como as indicadas por Best (1992) e por Eysenck e Keane (2007):

(1) a mente é formada por processos cognitivos interrelacionados; (2) o principal responsável pela vida mental é a organização do conhecimento; (3) processos cognitivos que sustentam eventos mentais devem ocorrer dentro de uma ordem específica, pelo menos em algumas situações; (4) já que eventos mentais são abstratos serão mais facilmente compreendidos utilizando uma análise abstrata e, apesar de depender de substrato neurológico, não se restringem a ele; (5) o ser humano é autônomo e interage com o mundo externo intencionalmente; e (6) a interação se dá por meio da mente que é um processador de símbolos e significados, que terão relação com as coisas do mundo externo (p. 104).

Os modelos mentais

Nesta pesquisa, a temática dos modelos mentais foi abordada com ênfase na visão de Philip Johnson-Laird, apresentando a natureza, o conteúdo e a tipologia desses modelos.

A Teoria dos Modelos Mentais tem como princípio de que os humanos não captam o mundo exterior de forma direta, nós o representamos internamente a partir de representações mentais.

As representações mentais podem ser divididas em dois grandes tipos: as analógicas, do tipo imagem, e as proposicionais, do tipo linguagem (Vieira Junior & Colvara, 2010). As representações analógicas são não discretas (não individuais), concretas (representam entidades específicas do mundo exterior), organizadas por regras frouxas de combinação e específicas à modalidade por meio da qual a informação foi originalmente encontrada (Eysenck & Keane, 1994). De acordo com os mesmos autores, as representações proposicionais são discretas (individuais), abstratas, organizadas segundo regras rígidas e captam o conteúdo ideacional da mente independentemente da modalidade original na qual a informação foi encontrada, em qualquer língua e por meio de qualquer um dos sentidos.

Johnson-Laird propôs um terceiro construto representacional, considerando ambas as formas de representação (analógicas e proposicionais) e as distinguindo com maior clareza. Para Johnson-Laird (1983), as proposições são representações de significados, totalmente abstraídas, que são verbalmente expressáveis, e as imagens são representações específicas que retêm muitos dos aspectos perceptivos de determinados objetos ou eventos, vistos de um ângulo particular, com detalhes de uma certa instância do objeto ou do evento.

Já os modelos mentais são representações analógicas, um tanto quanto abstraídas, de conceitos, de objetos ou de eventos que são espacial e temporalmente análogos a impressões sensoriais, mas que podem ser vistos de qualquer ângulo e que, em geral, não retêm aspectos distintivos de uma dada instância de um objeto ou de um evento (Sternberg, 1996).

Johnson-Laird (1983) admite que a representação analógica é condição necessária e, às vezes, suficiente para a existência de um modelo mental. Entretanto, ele destaca que as imagens e os modelos se distinguem ao passo que as primeiras representam aspectos particulares em relação a algo, enquanto os últimos podem ser caracterizados como representações mais amplas e genéricas. Vieira Junior e Colvara (2010) exemplificam que podemos possuir um modelo mental de um quadro no aspecto geral, mas uma imagem remete a um quadro em específico. Portanto, para Johnson-Laird (1983), os modelos mentais são análogos estruturais do mundo; as representações proposicionais são cadeias de símbolos que são verbalmente expressáveis (que correspondem à linguagem natural) e interpretadas como sendo verdadeiras ou falsas em relação a um modelo mental; e imagens são vistas (perspectivas) dos modelos (Moreira & Pinto, 2003).

As correspondências analógicas entre o modelo mental e o que ele representa (objeto ou evento) podem ser totais ou parciais, isto é, um modelo mental é uma representação que pode ser totalmente analógica ou parcialmente analógica e parcialmente proposicional (Eysenck & Keane, 1994).

Portanto, os modelos mentais são representações de alto nível, essenciais para o entendimento da cognição humana mesmo que, em última análise, o processamento seja realizado proposicionalmente por alguma espécie de código (que não é consciente), tal como em um computador (código binário). Sendo assim, o uso dos modelos mentais e de imagens liberta a cognição humana da obrigação de operar proposicionalmente em um código de máquina.

Um modelo mental é composto por elementos denominados *tokens*, e por relações que representam um estado de coisas específico, estruturados de uma maneira adequada e coerente com uma utilização prevista.

Segundo Beltrametti (1996), não existe um único modelo mental para um determinado estado de coisas, ao contrário, podem existir vários, mesmo que apenas um deles represente de maneira ótima esse estado de coisas. Nesse mesmo sentido, Johnson-Laird (1983) indica que podem existir

diversos modelos mentais que representam conceitos ou fenômenos de forma adequada. Todavia, estudantes diferentes de uma mesma sala de aula podem construir diferentes modelos mentais sobre um determinado conceito, sendo que parte deles representem esse conceito adequadamente, enquanto outros o representem inadequadamente (com erros, confusos ou incompletos). Esses modelos, mesmo que não sejam absolutamente fiéis à realidade, permitem que os estudantes tomem decisões.

Norman (1983) aponta que os modelos mentais possuem as seguintes características gerais:

1. modelos mentais são incompletos;
2. a habilidade das pessoas em “rodar” seus modelos mentais é muito limitada;
3. modelos mentais são instáveis: as pessoas esquecem detalhes do sistema modelado, particularmente quando esses detalhes (ou todo o sistema) não é utilizado por um certo período de tempo;
4. modelos mentais não têm fronteiras bem definidas: dispositivos e operações similares são confundidos uns com os outros;
5. modelos mentais são “não-científicos”: as pessoas mantêm padrões de comportamento “supersticiosos”, mesmo quando sabem que não são necessários (por exemplo, apertar a tecla CLEAR, ou a tecla ENTER, de uma calculadora várias vezes, desnecessariamente, “só para ter certeza”); os modelos mentais de uma pessoa refletem suas crenças sobre o sistema físico;
6. modelos mentais são parcimoniosos: frequentemente as pessoas optam por operações físicas adicionais ao invés de um planejamento mental que evitaria tais operações; as pessoas preferem gastar mais energia física em troca de menor complexidade mental. (p. 8).

É importante destacar que, nos casos de cegueira congênita, existe a ausência da memória visual, que pode ser compreendida como a elaboração mental de imagens a partir da percepção/recordação de dados visuais. Portanto, os estudantes que são cegos congênitos não apresentam nenhuma referência da visão em seus processos cognitivos, o que não os impossibilita, de acordo com diversas pesquisas em neurociência, da formação de imagens mentais (Viveiros e Camargo, 2010) e, conseqüentemente, da formação de modelos mentais.

A Teoria Histórico-cultural e a mediação em Vygotsky

Para Wertsch (1985, 1991), a Teoria Histórico-cultural (THC) fundamenta-se em três temas gerais: (1) as funções mentais superiores, no indivíduo, derivam da vida social; (2) a atividade humana, nos planos social e individual, é mediada por instrumentos e por signos; e (3) o entendimento do processo de desenvolvimento só é possível a partir da análise da gênese e das transições pelas quais a mente humana passa. É a partir dessa visão que analisaremos a THC.

Para entendermos o desenvolvimento cognitivo na visão vygotskyana, é necessário diferenciarmos os dois tipos de funções psicológicas: as elementares e as superiores. As funções psicológicas elementares estão presentes em outras espécies animais e devem ser explicados pela Teoria da Evolução mediante a complexificação de estruturas e do funcionamento do sistema nervoso. Já as funções superiores, até onde se sabe, são capacidades especificamente humanas, como o pensamento conceitual, a memória semântica e a imaginação. Esses processos são formados pela mediação cultural e se desenvolvem com a ajuda dos procedimentos sociais de produção intelectual, dos quais o indivíduo se apropria (Nunes, Fernandes & Gutierrez, 2014).

Vygotsky (1994) diferencia as funções elementares superiores em função do tipo de estimulação:

As funções elementares têm como característica fundamental o fato de serem total e diretamente determinadas pela estimulação ambiental. No caso das funções superiores, a característica essencial é a estimulação autogerada, isto é, a criação e o uso de estímulos artificiais que se tornam a causa imediata do comportamento (p. 53).

De acordo com Vygotsky (1994), esses estímulos artificiais ou autogerados são denominados signos. Os signos servem como meios auxiliares para os humanos influenciarem o seu próprio comportamento e o comportamento de outros humanos³. Esse nível de controle dos fenômenos psicológicos, baseado no uso de signos, é uma característica exclusiva da atividade humana (Pereira & Lima Junior, 2014).

Vygotsky (1994) considera o uso de signos como meios auxiliares para solucionar problemas psicológicos e o uso de instrumentos como meios auxiliares para solucionar problemas concretos, ou seja, os signos são ferramentas psicológicas (a fala, a escrita, as formas de numeração, os mapas, as obras de arte, o simbolismo algébrico, os diagramas, os desenhos etc.).

Os signos são criações sociais que possibilitam aos indivíduos significar e exprimir o mundo, elaborando, conscientemente, estímulos-meios para seus pensamentos e ações. Dessa forma, é a mediação semiótica que possibilita a construção do universo sociocultural e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores (Pino, 2005).

Pereira e Lima Junior (2014) deixam claro que os signos são o produto do desenvolvimento histórico, pois eles não são inventados por cada indivíduo que os utilizam e são parte do contexto social e cultural em que os indivíduos estão imersos. Por esse motivo, esses autores destacam que não faz sentido em falar que o professor é o “mediador” do conhecimento:

Não faz sentido em falar que o professor é o “mediador” do conhecimento. Na perspectiva vygotskyana, mediação é um termo designado para caracterizar o uso de meios auxiliares na solução de problemas psicológicos (lembrar, raciocinar, etc.). Usamos calendários como meios auxiliares para planejar uma viagem ou uma reunião. Usamos o despertador para acordar pela manhã e o relógio para sincronizar ou para medir a duração de certos eventos. Usamos palavras para pensar e a fala para orientar o pensamento de outros. O fato é que muito dessas atividades são quase impossíveis de se realizar sem o uso adequado de signos. Em suma, o professor não pode ser um “mediador”, pois ele em si não é um signo! Trata-se sim de um agente ativo que também utiliza mediação na realização de atividades práticas (p. 526).

Portanto, para Vygotsky, segundo Oliveira (2015), a relação dos indivíduos com o mundo não é uma relação direta, mas mediada e que pode ser feita por meio de instrumentos e de signos:

A mediação por instrumentos vem do fato de que nós relacionamos com as coisas do mundo utilizando instrumentos que intermediam uma ação concreta sobre o mundo e o próprio mundo. Os signos são formas de mediação de natureza simbólica que fazem uma interposição entre o sujeito e o objeto de conhecimento, entre o psiquismo e o mundo, o eu e o objeto, o eu e o mundo de uma forma que não é concreta como ocorre com os instrumentos. Os signos possibilitam a construção de representações mentais, ou seja, possibilitam o indivíduo transitar por um mundo que é apenas simbólico (p. s/p).

Vygotsky e a deficiência

Para Vygotsky ([1924] 1997), o fator fundamental no desenvolvimento de uma criança acometida por uma deficiência⁴ é que a insuficiência orgânica teria um duplo papel: a deficiência

³ Essa passagem reflete a influência das ideias de Engels e de Marx na estruturação do pensar vygotskyano. Segundo Domingues (2004), Vygotsky formulou a natureza social do desenvolvimento, partindo da tese de Engels de que o homem não somente sofre influências do meio, mas também atua nessa natureza, cria novas condições de existência e, ao fazer isso, transforma a si próprio. Trata-se de um movimento dialético em que o biológico e o cultural se encontram indissociáveis em um processo de transformação mútua. A dialética também é expressa pela definição marxista de homem como ser social, e este, ao mesmo tempo em que é produzido pela sociedade, também a produz (*ibid.*), ou seja, o homem se transforma e se cria ao produzir suas próprias condições materiais de existência (Smolka, 2002).

⁴ O termo utilizado no texto original Tomo V das *Obras Escolhidas de Vygotsky - Fundamentos de Defectologia*, que data do início do século XX, era defeito. Contudo, o termo convencionado previsto no texto da Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, que foi aprovado pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 13 de

como uma limitação, uma debilidade, uma diminuição do desenvolvimento e, por outro lado, ela como estímulo ao desenvolvimento a partir das dificuldades provocadas por ele (relação indissociável entre a deficiência e sua superação). Para ele, o estudo dinâmico da criança com deficiência deve levar em consideração os processos compensatórios, isto é, substitutivos e niveladores, no desenvolvimento e na conduta da criança.

De acordo com a concepção vygotskyana, o limite biológico não é o determinante para o não desenvolvimento do surdo, do cego, do surdocego, mas a sociedade que cria os limites para essas pessoas não se desenvolverem plenamente. Essa tese era a maior crítica do russo à forma de enxergar a defectologia⁵ vigente à sua época que se atentava mais aos déficits do que às possibilidades.

Para Vygotsky ([1924] 1997), devemos ter em mente que a criança com deficiência é, antes de tudo, uma criança e somente depois uma criança com deficiência. Elas não são menos desenvolvidas que seus coetâneos normais, mas uma criança que se desenvolveu de outro modo (Vygotsky, [1924] 1997). Portanto, essas crianças apresentam um processo de desenvolvimento qualitativamente distinto e peculiar.

Segundo Vygotsky ([1924] 1997), as crianças com deficiência se desenvolvem compensando-a. A compensação não é uma relação simplista, natural, de substituição das funções comprometidas de alguns órgãos de sentidos por outras funções ou órgãos, mas a busca de meios para que a criança possa se desenvolver, tendo em vista que não é a deficiência orgânica que determina o seu grau de anormalidade ou normalidade, mas “as consequências sociais e sua realização sociopsicológica”. Portanto, a principal via para compensação da deficiência orgânica são meios culturais adequados. Nesse sentido, os educadores devem ter como função a facilitação do acesso ao conhecimento historicamente construído, enquanto núcleo central do processo aprendizagem-desenvolvimento do ser social, e precisam buscar meios para que a criança com deficiência, tal como as demais, possa se apropriar desse conhecimento.

Para Vygotsky ([1934] 1993), a cegueira não é meramente a ausência da visão:

A cegueira causa uma total reestruturação de todo o organismo e de toda a personalidade. A cegueira, criando uma nova e única matriz da personalidade, traz à vida nova força; criativamente muda tendências normais das funções e organicamente refaz e forma a mente do indivíduo. Portanto, cegueira não é meramente uma deficiência, uma falta, uma debilidade, mas em algum sentido é também a origem da manifestação das habilidades, um adicional, uma força (por estranha e paradoxal que essa ideia possa parecer) (p. 97).

Para ele, o desenvolvimento da criança cega não muda de forma substancial em decorrência da falta de um dos sentidos. Logo, uma criança cega poderá alcançar o mesmo desenvolvimento que uma criança com o padrão de normalidade.

Vygotsky ([1924] 1997) também afirma que a compensação no desenvolvimento na criança cega é dirigida pela finalidade de ela conquistar uma posição na sociedade, bem como pela realização do status social quando adulto. Dessa forma, uma pessoa cega sente-se obrigada a desenvolver todas as suas funções, por exemplo, quando ela desenvolve uma melhor memória verbal, mecânica e racional.

Para Cunha, Cunha e Silva (2013), com Vygotsky, passa-se a compreender a deficiência visual como um problema sociopsicológico, o qual institui três tipos de armas para lutar contra a cegueira e as suas consequências: a profilaxia social (necessidade de eliminar a educação dos cegos baseada no

dezembro de 2006, é deficiência. Dessa forma, substituiremos o termo defeito, originalmente utilizado por Vygotsky, por deficiência.

⁵ Defectologia: campo que estuda as pessoas que apresentam algum tipo de “defeito”, ou seja, aqueles que não se enquadram nos parâmetros da normalidade, seja sob uma condição física ou por uma condição psicológica (Cunha, Cunha & Silva, 2013).

isolamento e na invalidez), a educação social (organizada sobre os mesmos termos da criança vidente) e o trabalho social dos cegos (não degradante, filantrópico ou orientado para a invalidez).

Vygotsky buscou criar uma nova defectologia com vistas à formação de uma nova sociedade e de um novo homem. Para tal, ele se opôs às ideias vigentes, como as de seu contemporâneo Alfred Adler (1870-1937). Adler afirmava que a criança com deficiência é colocada como inferior socialmente por sua condição fisiológica e orgânica, diferentemente de Vygotsky, que apontava esta inferioridade como resultante de um processo social imposto pelo seu modelo padrão de sociabilidade. Para o russo, a deficiência só se torna déficit quando a criança é privada de ser partícipe da vida social (Cunha, Cunha & Silva, 2013).

Percurso Metodológico

Esta pesquisa seguiu uma abordagem qualitativa que, segundo Godoy (1995) e Silva e Menezes (2005), apresenta as seguintes características: o pesquisador é o instrumento-chave, o ambiente é a fonte direta dos dados, não requer o uso de técnicas e de métodos estatísticos, apresenta caráter descritivo, o resultado não é o foco da abordagem, mas sim o processo e seu significado, ou seja, o principal objetivo é a interpretação do fenômeno objeto de estudo.

Utilizamos como procedimento metodológico o estudo de caso que, de acordo com Yin (2010), possibilita a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, com o objetivo de explicar, de explorar ou de descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto.

Estudos de caso podem envolver casos únicos ou múltiplos e numerosos níveis de análise (Yin, 2010). Essa pesquisa estudou um único caso de validação dos ODTs por um ECDV e se deu pela geração⁶ de dados por observação direta registrada por áudio e por vídeo.

Mesmo sendo um caso único, para Yin (2010), podem-se tentar algumas generalizações, quando o contexto envolve casos decisivos, raros, típicos, reveladores e longitudinais. Essa pesquisa se enquadra em tais parâmetros, logo, temos como um dos objetivos produzir algumas generalizações que podem servir de base para futuros estudos.

Para gerar os dados

O estudo de caso proposto foi realizado com um estudante do Ensino Médio com dezoito anos de idade, residente numa capital brasileira, e cuja deficiência visual é a cegueira⁷. Este estudante recebeu o codinome Drummond⁸ para garantir a sua privacidade. Ele teve conhecimento pleno da estrutura, dos instrumentos e da metodologia da pesquisa⁹.

⁶ Nesta pesquisa, adotaremos o entendimento de Garcez *et al* (2014) de que a vida social que nos interessa compreender é em si evanescente e que não pode ser captada (coletada) integralmente por nenhum aparelho ou método de gravação. Portanto, utilizaremos a expressão geração de dados em vez de coleta de dados.

⁷ Em entrevista realizada como etapa inicial de pesquisa, foi possível perceber que ele apresenta um elevado capital cultural, é muito articulado, com habilidade de encadear ideias de forma linear, lógica e clara, com conhecimentos prévios dos conceitos objeto da pesquisa.

⁸ A escolha do codinome se deu como uma alegoria ao poema *Tinha uma pedra no meio do caminho*, de Carlos Drummond de Andrade, que descreve obstáculos enfrentados em um percurso e que ficam gravados na memória do poeta, situação análoga vivenciadas pelo estudante participante da pesquisa.

⁹ A presente pesquisa, foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas da universidade que está vinculada.

Esse estudante participou de dois encontros, para o desenvolvimento das atividades, tais como entrevista preliminar, validação dos materiais dinâmicos-táteis e entrevista final. Tais estratégias metodológicas fomentaram a avaliação dos recursos didático criados.

Foram realizados dois encontros com o estudante, registrados em áudio e em vídeo¹⁰. Para Loizos (2008), o registro em vídeo torna-se necessário sempre que algum conjunto de ações humanas é complexo e difícil de ser descrito compreensivamente por um único observador, enquanto ele se desenrola. Portanto, a escolha da videogravação como recurso metodológico revela-se adequada para a produção de material empírico, denso e com riqueza, permitindo uma melhor aproximação do objeto de pesquisa, para que seja possível a formulação de hipóteses explicativas acerca do fenômeno que queremos compreender, como destacado por Garcez *et al* (2011).

Para analisar os dados

Como os modelos mentais são representações internalizadas por um indivíduo, não podemos investigá-los diretamente e devemos fazê-lo a partir do que ele externaliza verbal, simbólica, processual ou pictoricamente. Dessa forma, as metodologias disponíveis para investigar a inexistência, a pré-existência e a reelaboração de modelos mentais baseiam-se na premissa de que as representações mentais dos indivíduos podem ser inferidas (modeladas) a partir de seus comportamentos e verbalizações. Essas verbalizações geram protocolos e elas são gravadas, transcritas e analisadas (Moreira, 1997).

Contudo, as pesquisas nessa área apresentam alto grau de dificuldade, por dois motivos. Segundo Moreira (1997), o primeiro motivo é que não se pode simplesmente perguntar à pessoa qual o modelo mental que ela tem para determinado estado de coisas, pois ela pode não ter plena consciência desse modelo. As pessoas podem dizer que acreditam em algo, mas se comportar em desacordo com essa crença. Para Norman (1983), as crenças das pessoas, particularmente quando são de natureza procedimental, não estão disponíveis para exame.

Quando questionamos uma pessoa sobre o porquê ou como ela fez alguma coisa, ela pode se sentir forçada a responder de forma a atender às expectativas do perguntador, ou seja, ela pode dar uma razão que lhe pareça ser a que a pessoa que faz a pergunta gostaria de ouvir (Norman, 1983). Nessa situação, o respondente pode passar a acreditar nessa razão apesar de ela ter sido gerada no ato da resposta e, portanto, não corresponder a um modelo mental preexistente. Moreira (1997) destaca que é por este motivo que os protocolos verbais descrevendo o que a pessoa faz enquanto resolve um problema são mais confiáveis do que explicações.

O segundo motivo é que os pesquisadores podem não encontrar modelos mentais claros, nítidos e elegantes e, portanto, terão de lidar e de tentar entender estruturas confusas, malfeitas, incompletas, difusas (Norman, 1983). Nesse sentido, Moreira (1997) destaca que os modelos mentais das pessoas, ao invés de serem precisos, consistentes e completos, como os modelos científicos, são, simplesmente, funcionais. Para esse autor, a pesquisa deve procurar entender os modelos confusos, “poluídos”, incompletos, instáveis que os alunos realmente têm.

Apesar dessas dificuldades, as informações verbais do sujeito como fonte geradora de dados têm sido, provavelmente, a técnica mais usada para investigar a cognição humana (Moreira, 1997). As verbalizações do sujeito já se constituem em teoria acerca de seus próprios processos de

¹⁰ Antes de iniciar as atividades, que foram gravadas em áudio e em vídeo, o participante foi convidado a assinar os termos de consentimento livre e esclarecido e de autorização de uso de imagem e som.

pensamento, enquanto, na análise de protocolos, as verbalizações são consideradas como dados a serem explicados por teorias geradas pelo pesquisador (Simon & Kaplan, 1989).

A produção de protocolos verbais pode se dar por entrevistas, por solicitação à pessoa objeto da análise que fale livremente, pense em voz alta e descreva o que está fazendo enquanto executa uma tarefa (Moreira, 1997).

Simon e Kaplan (1989) afirmam que os protocolos gerados quando a pessoa pensa em voz alta enquanto desempenha uma tarefa, por exemplo, a solução de um problema, são chamados protocolos concorrentes. Porém, quando solicitamos que ela relate tudo o que consegue lembrar sobre a solução de um problema imediatamente após tê-la obtido, o protocolo é retrospectivo. Moreira (1997) enfatiza que é preciso precaução na análise de um protocolo retrospectivo, pois o sujeito pode ser capaz de reconstituir eventos que não ocorreram.

Na presente pesquisa, optou-se pela geração de protocolos concorrentes para a análise da contribuição dos ODTs como mediadores na construção de modelos mentais. Durante as experiências dos ODTs, foi solicitado que o ECDV pensasse em voz alta enquanto respondia uma série de questionamentos¹¹ sobre os fenômenos e sobre as relações de causa e de efeito associados aos conceitos objetos dessa pesquisa. Contudo, apesar de a maioria desses questionamentos requererem respostas verbais, outras respostas são dadas pelas manipulações táteis que geram alterações dos estados dos sistemas representados pelos ODTs. Essa escolha baseia-se na suposição de que os estudantes acessam conhecimentos relevantes que permitem a construção de um modelo mental que embasa as suas respostas aos questionamentos propostos.

Portanto, apresentamos ao ECDV alguns questionamentos que exigiam reflexões antes da emissão da resposta, visto que eles necessitavam do estabelecimento de ligações lógicas entre conceitos. Posteriormente à resposta, foi solicitado que o estudante relatasse, de forma mais completa possível, as etapas envolvidas na formulação da resposta, enquanto o pesquisador intercalava perguntas sobre o processo.

Validação dos objetos dinâmico-táteis: a videogravação

A validação foi gravada em áudio e em vídeo e o seu conteúdo foi transcrito, gerando os dados analisados. Optou-se pela transcrição naturalista, em que, de acordo com Olivier *et al* (2005), cada enunciação é capturada com o máximo de detalhes, sem correções gramaticais, sem a remoção de acentos não padronizados e com a preservação de elementos idiossincráticos do discurso, como as pausas, as vocalizações involuntárias e a linguagem não verbal.

A transcrição foi iniciada, como recomendado por Manzini (2004), logo após a entrevista para que as impressões e as lembranças fossem mais facilmente acessadas, pois estavam vivas e presentes para o pesquisador. Optamos ainda, para verificar a concordância, por entregar a gravação e a transcrição para uma outra pessoa escutar e checar os possíveis erros da transcrição.

A videogravação ocorreu a partir do planejamento de quatro aulas, que correspondem a uma sequência didática, totalizando trezentos minutos. O presente trabalho se refere a um recorte de uma pesquisa mais ampla, sendo a discussão focada nos resultados concernente às aulas 1 e 2.

¹¹ Esses questionamentos foram previamente planejados e elaborados e compõem os planos de aula.

Resultados e Discussão

Na aula 1, o ODT 1¹² foi apresentado ao ECDV, e ele não teve dificuldades para descrevê-lo após a exploração tátil. Na primeira configuração experimentada, os ímãs em formato de anel estavam distribuídos de tal forma que os seus polos geravam uma interação repulsiva e que eles se encontravam a uma distância praticamente igual uns dos outros (Figura 1a). O pesquisador solicitou que Drummond, com a mão, tentasse empurrar lentamente, de cima para baixo, mantendo o sistema comprimido (Figura 1b), e descrevesse o que sentia: *“No primeiro momento eles se aproximam, mas logo depois eles é tendem a se afastar, né? Há uma força contrária à minha aproximação”*.

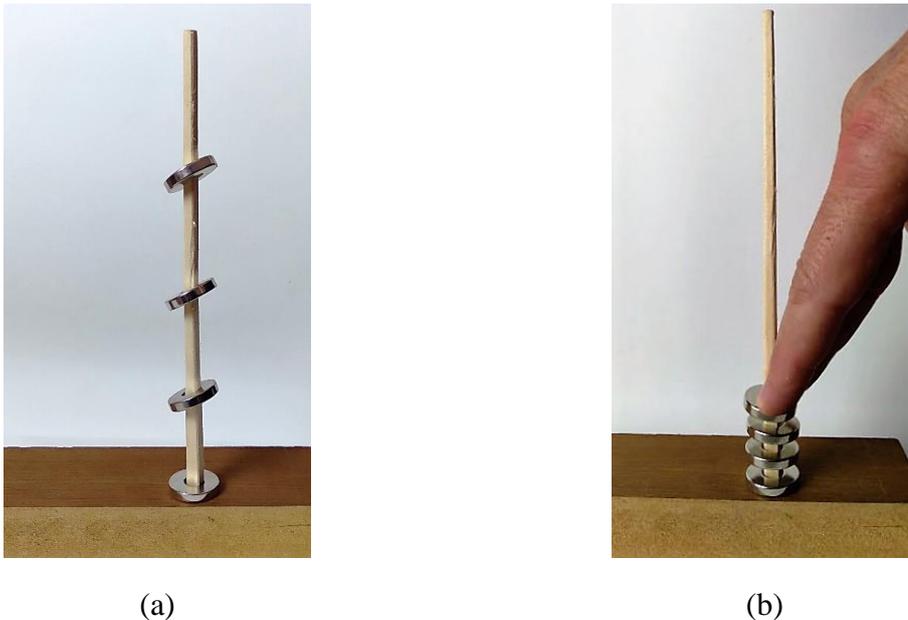


Figura 1 – Configuração do ODT 1 (a) posição original e sob compressão (b)
Fonte: autoria própria.

O estudante foi questionado sobre como conceituava a grandeza força e a descreveu como um agente externo que modifica o movimento, mas logo em seguida fez uma correção conceitual:

Minto, minto, minto, minto. Peraí, calma. Calma que eu... eu estou escutando o professor de física falando dentro da minha cabeça, me xingando que eu falei errado. Porque na verdade não é a força que modifica o movimento. É a aceleração resultante da força. Então, a força é o agente externo ou interno que gera uma aceleração que pode ou não modificar o movimento dependendo da resultante.

Durante todo o processo de correção conceitual, o estudante continuou a manipular ODT 1, como se quisesse validar a sua fala a partir da percepção sensorial de forçar os ímãs a se aproximarem e depois permitir que eles voltassem à posição inicial. Ao ser questionado sobre o que estava acontecendo no sistema, ele responde: *“É por quê, peraí... existe uma tendência, né? Existe uma tendência ao equilíbrio, né?”*.

Foi perguntado a ele como poderia ser denominada essa tendência, e ele questionou se o que queríamos saber era uma tendência específica para os ímãs. Quando o pesquisador respondeu que poderia ser associado a qualquer tipo de sistema físico, Drummond disse que não saberia responder

¹² O ODT1 corresponde a haste de madeira fixa em uma base na qual são colocados ímãs em formato de anel que se repelem. Ele tem por finalidade representar as interações atrativas e repulsivas as forças atrativas e repulsivas e a configuração estável do sistema, estado de menor energia livre.

com precisão. Entretanto, quando o pesquisador soletrou a primeira sílaba da palavra, rapidamente, o estudante respondeu: *“Estabilidade. Ah tá. Eu sabia, só que eu não associei uma coisa com a outra.”*

Com o objetivo de validar essa informação, o pesquisador solicitou que ele descrevesse quando um sistema é estável, e a sua resposta associou a quantidade de energia armazenada à estabilidade de um sistema: *“Ele é estável quando ele tem... ele é... ele tá em uma posição que existe a menor tensão é de força possível, né? E tanto também em termos de energia é...o estado do sistema em que existe a menor quantidade de energia ali armazenada na estrutura”*.

Nesse momento, foi solicitado que ele empurrasse lentamente novamente o último ímã de cima para baixo, mas que agora descrevesse o que estava acontecendo com a energia do sistema. Ele atendeu ao comando e expressou facialmente um esforço ao empurrar o ímã e respondeu corretamente que a energia estava aumentando. Contudo, ao ser perguntado se, então, a energia estava sendo armazenada no sistema, a sua resposta apresentou um erro conceitual: *“É... é... ainda na... deixa eu pensar aqui. Num primeiro momento, não. Porque eu estou transferindo é... no caso não é uma energia potencial, né? Mas depois ela vai se tornar potencial se eu permanecer exercendo a minha força”*.

Essa manifestação verbal demonstrou que Drummond apresenta um modelo mental de conversão de energia correto, mas que o seu modelo mental de energia armazenada em um sistema é incompleto.

Quando solicitado a tirar a mão levemente e descrever o que ocorreria com os ímãs, o ECDV respondeu: *“Volta à original porque a energia que eu conferi ela vai ser liberada”*.

O pesquisador questiona se Drummond conhecia o conceito de energia livre, e ele responde que achava que não conhecia. Então, o pesquisador afirma que a energia livre é a energia que está armazenada no sistema e que lhe confere a capacidade de realizar trabalho. Nesse momento, Drummond expressa uma reação corporal de ter associado a energia livre ao trabalho realizado e à energia liberada. Essa reação corporal pode ser considerada um indício de que estava operando um processo de internalização, a reconstrução interna de uma operação externa (VYGOTSKY, 1994).

O pesquisador o indaga se ele sabe o que é trabalho, e a resposta é: *“Trabalho é... é... trabalho é a variação de energia no sistema”*. Ele ainda realizou uma série de questionamentos correlacionando a aproximação dos ímãs, a repulsão entre eles, a energia armazenada, a energia livre, a estabilidade do sistema e a realização de trabalho. Durante os questionamentos, Drummond demonstrava corporalmente que estava encadeando as ideias e os conceitos e os expressou em voz alta:

A energia livre? É... é, necessariamente, calma... é porque... capacidade de realizar trabalho... aham... calma deixa eu pen... é, é, é eu transferi energia pro sistema certo?

O... então, é de alguma maneira eu aumentei a quantidade de energia que estaria armazenada, mas eu também aumentei a quantidade de energia livre.

Esse raciocínio foi validado pelo pesquisador, indagando sobre o tipo de energia que estava sendo armazenado. Drummond, após um longo período de reflexão e de repetição verbal da pergunta, não conseguiu responder, e o pesquisador interveio relatando que ele já havia citado o tipo de energia em falas anteriores e foi quando ele respondeu “Potencial”.

Para se certificar de que a sua intervenção não induziu o ECDV a responder sem que houvesse um estabelecimento de correlação entre os conceitos, o pesquisador perguntou: *“Então, a energia livre é uma energia potencial? Ou uma energia cinética?”*. E a resposta foi: *“É uma energia cinética.”*, demonstrando que a correlação entre os conceitos de energia livre e energia potencial não tinha sido consolidada. O pesquisador, então, solicitou que ele empurrasse novamente o último ímã

para baixo, e, após a realização desse procedimento, Drummond respondeu: *“É porque na verdade, eu lembro da aula de física que a única energia que é capaz de ser dispersada... é a energia dissipativa é a energia cinética, né?”*. O pesquisador valida a informação, e o estudante continua: *“A energia potencial, ela gera trabalho, mas ela não é dissipativa, né? Eu confundi um conceito com outro. Calma aí. A energia... então, a energia potencial que tá gerando... que é a energia livre”*.

Segundo Vygotsky ([1934] 2001), essas intervenções do pesquisador são necessárias para que o sujeito – nesse caso, Drummond – possa internalizar os instrumentos materiais e psicológicos, pois aquele já é detentor de tais instrumentos. Entretanto, como destaca Sforni (2008), tais intervenções fazem parte do processo de mediação e não devem ser consideradas sinônimo de ajuda empreendida pelo professor na interação com o aluno. Para esse autor, no contexto escolar, a mediação está muito além da interação sujeito-sujeito, ela está fundamentada na relação entre sujeito-conhecimento-sujeito.

Striquer (2017) destaca que o relacionamento do homem com os outros homens acontece pela mediação dos conhecimentos científicos, tecnológicos e artísticos objetivados pelas gerações anteriores. Para Leontiev (2004), para que Drummond pudesse se apropriar desses conhecimentos, o pesquisador precisou estabelecer um processo de comunicação:

Para fazer deles as suas aptidões, os órgãos da sua individualidade, a criança, o ser humano, deve entrar em relação com os fenômenos do mundo circundante através doutros homens, isto é, num processo de comunicação com eles. Assim, a criança aprende a atividade adequada. Pela sua função, este processo é, portanto, um processo de educação (p. 272).

De acordo com Striquer (2017):

Esses “doutros” são outros homens que já se apropriaram dos objetos materiais e intelectuais e que já dominam ações e operações com os mediadores culturais e podem, então, auxiliar a criança, e o adulto, em seu aprendizado (p. 3).

As intervenções do pesquisador, de natureza semelhante às realizadas nesse trecho da aula, repetiram-se diversas vezes durante, visto que, sem a relação entre sujeito-conhecimento-sujeito, os conceitos objeto da pesquisa não poderiam ser apropriados:

para que a apropriação ocorra, a comunicação verbal e prática devem ser intencionalmente dirigidas para a reprodução das ações adequadas com o objeto em pauta, de modo que sejam apropriadas pela criança como instrumentos simbólicos que permitem a ação mental com o mundo circundante. Com o processo de internalização, as marcas externas – os signos – são transformadas em processos internos de mediação do sujeito com o mundo (SFORNI, 2008, p. 6-7).

Ao término da aula 1, Drummond foi questionado se o ODT 1 o ajudou a entender os processos de interações e de armazenamento de energia no sistema e a sua estabilidade. O estudante evidenciou que tal objeto o ajudou a fazer associações e, indiretamente, a perceber a energia envolvida no processo:

É... como é que eu falo? Não. Eu acho que... eu acho que foi interessante pra poder... como é que eu falo?... pra eu perceber a questão das forças... é... assim também é meio complicado, né? Como é que você representa a energia diretamente, né? Potencial diretamente. Mas eu acho que eu consegui sentir. Eu acho o interessante que mesmo eu não conseguindo perceber a energia diretamente, mas o lado positivo é que eu consigo... como eu tô... eu consigo associar o fato de ter uma força maior exercendo na minha mão à medida que eu fui apertando me ajuda associar, né? A questão de que vai ter mais energia, porque, quanto mais eu aperto, maior vai ser o deslocamento. Então, depois que eu soltar. Então, é... maior vai ser a força com que a pecinha vai ser ejetada também, né? Então, eu acho que assim de forma indireta ajuda a entender o que é energia armazenada no sistema, né?

Quando questionado sobre a validade da utilização do ODT 1 como recurso para o entendimento de que o sistema estável é um estado que tem menos energia potencial, Drummond rápida e objetivamente respondeu: *“Deu sim. Deu sim. Porque igual você falou, quando eu solto há uma liberação de energia e ele volta à estabilidade. Então, a minha pressão, que eu exerci sobre o sistema, é geradora de instabilidade, né? Então, eu acredito que me ajudou, ajudou”*.

Porém, para a melhoria da experiência de ECDVs com o ODT 1, ele recomendou: *“Eu acho que talvez só seria interessante haver algum bloqueio nessa pontinha... porque às vezes... igual, por exemplo, dependendo de como você soltar a pecinha pode ser ejetada, né? Igual aconteceu comigo ali”*. Drummond estava se referindo ao momento em que ele soltou rapidamente o ímã sobre o qual exercia uma força e ele foi ejetado do sistema. Para resolver o problema levantado, o ODT 1 passou por reformulações (figura 2) e agora apresenta uma barreira física de borracha em sua extremidade superior.

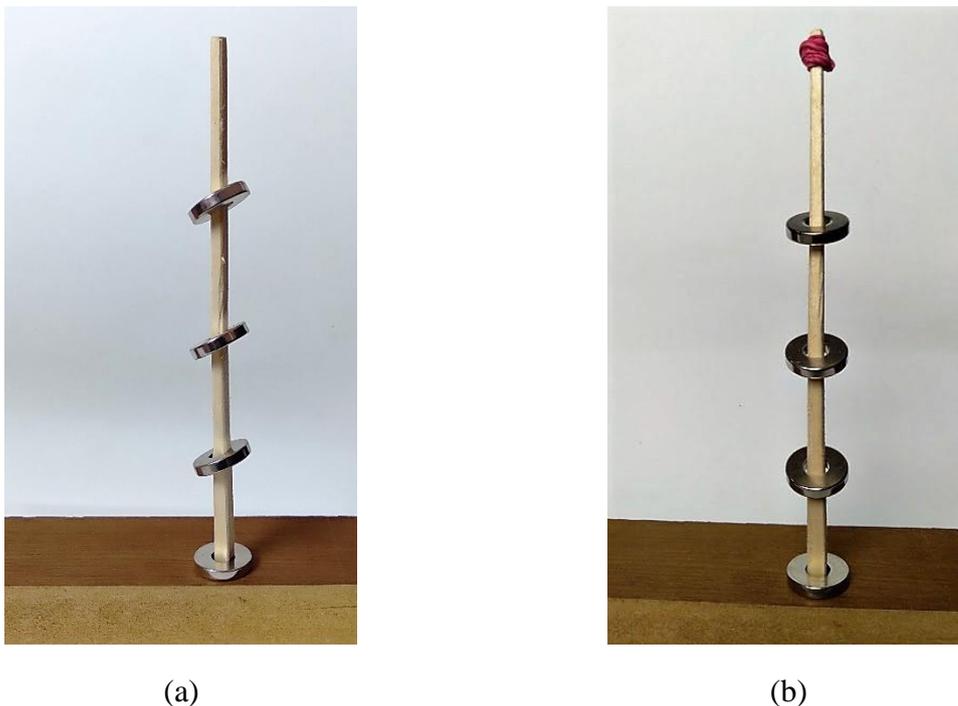


Figura 2 – Fotografia do ODT 1 antes (a) e depois da reformulação proposta pelo estudante validador (b)
Fonte: autoria própria.

Drummond verbalizou e realizou um conjunto de procedimentos exploratórios sensoriais que nos possibilitou construir um provável conjunto de modelos mentais para descrever a configuração estável de um sistema no qual se destacam os modelos mentais de:

- 1) força como agente que causa o movimento;
- 2) força geradora de pressão;
- 3) força gerada pela interação;
- 4) aumento de energia do sistema realizada pelo aumento de forças repulsivas;
- 5) estabilidade do sistema obtida com menor tensão, menor força repulsiva e menor quantidade de energia armazenada.

No início da aula 2, a sondagem dos conhecimentos prévios sobre interações atrativas e repulsivas entre os constituintes da matéria demonstrou que o ECDV dominava os conceitos de interações atrativas e repulsivas e sabia descrever a relação existente entre essas interações e a distância entre as entidades que interagem.

Inicialmente, o estudante recebeu dois ímãs e foi solicitado que ele os segurasse em cada uma das mãos em uma posição específica para que os polos magnéticos gerassem interação atrativa, que foi identificada com facilidade: *“Na hora que você colocou na minha mão eu já senti. Os ímãs sendo atraídos... eu tô sentindo levemente se atraindo, principalmente, nesse daqui como são vários diferentes, é fica fácil perceber que tá se contorcendo.”*

Ao ser solicitado para inverter a posição de um dos ímãs, o estudante se surpreende: *“Que legal. É... eu tô sentindo uma repulsão. Na hora que eu aproximo aqui... Olha? Tá andando na minha mão.”*

Quando questionado sobre o que limita as interações atrativas e repulsivas, Drummond não teve dificuldade em responder que a sua mão poderia agir como isolante e a distância entre os ímãs limitava as interações: *“A minha mão, quando estava fechada, né? A minha mão foi limitante, isolante. E a distância, né?”*

O pesquisador o pergunta se ele sabe o nome da região do espaço no qual podem ser percebidas interações atrativas ou repulsivas e o EDCV responde equivocadamente: *“É... é... região do espaço? Ligação? Não, né? Lógico que não é ligação. Região do espaço? Nossa. Isso aí, eu não vou saber te falar.”*

Provavelmente, Drummond respondeu de forma equivocada por não ter entendido a pergunta, pois ao ser informado que a resposta era campo, ele realiza uma descrição mais completa:

Ah tá. Não. Não. Joia. Joia. É porque na verdade, campo é... é... uma região do espaço, mas eu não associei imediatamente. Campo, pra mim, é a região do espaço é... onde atua o vetor força gerado é... pela... pelo... pela estrutura geradora, né? Nesse caso aqui é um campo eletromagnético.

Então, o campo eletromagnético é... o campo magnético gerado, né? É... pelo ímã. É... é... mas esse outro conceito que você me trouxe eu achei interessante também, né? É a região do espaço onde está havendo a interação, né? Entre as forças magnéticas, né?

Ao ser questionado sobre o que era uma interação, o ECDV apresenta o modelo mental de equivalência entre interação e força:

É, a interação é força, né? Interação é força. Quando... que é gerada quando os campos dos ímãs, nesse caso, eles se sobrepõem. Eles se tocam de alguma maneira. E no ponto há esse encontro formasse um vetor força, né? Há primeiro a formação de um vetor campo e onde há a formação desse vetor há também a formação de um vetor força e esse vetor vai gerar então a interação.

Ao ser indagado pelo pesquisador se conseguia perceber os limites de um campo de força atrativo ou repulsivo com a aproximação e o afastamento dos dois ímãs, Drummond responde com elementos que nos permitem inferir o seu conhecimento mais amplo sobre magnetismo e o rigor científico de não atribuir a propriedade de “querer” aos ímãs.

É dá. Porque que na hora que é atrativo... igual eu estou aproximando aqui as minhas mãos eles estão se atraindo. Eu estou sentindo que eles estão querendo juntar.... Vamos pôr assim entre aspas, porque eles não querem nada, né? Mas eu estou sentindo a força juntando as minhas mãos. Na hora que eu venho e viro um dos ímãs, eu percebo o outro ele mexe na direção contrária, no sentido contrário. E o interessante é ele vai tentando virar de modo a alinhar os polos, né?

Em seguida, Drummond recebe o ODT 2¹³ (Figura 3) para explorá-lo tatilmente e posteriormente o descreve sem dificuldades.



Figura 3 – Fotografia do ODT 2.

Fonte: autoria própria.

Quando solicitado a deslocar suavemente o ímã esférico da depressão que corresponde ao baricentro do triângulo equilátero, cujos vértices eram ocupados por ímãs, o estudante apresentou uma grande dificuldade de realizar o comando. Ele explicou que *“Suavidade não é minha especialidade. É muito delicado.”*, o que pode indicar uma limitação do ODT 2, que não foi identificado em pré-testes com pessoas videntes vendadas.

Após várias tentativas, o ECDV conseguiu uma sequência de suaves deslocamentos, em várias direções, e conseguiu identificar que o ímã esférico se deslocava na direção do vértice que continha o maior ímã (maior agrupamento de ímãs na forma de disco).

Ao ser questionado como poderia ser explicado que vários deslocamentos realizados por ele, em relação ao baricentro, o ímã esférico se deslocava na direção de um dos ímãs igualmente menores ou ainda ele se posicionava na posição central entre eles, Drummond respondeu corretamente e conseguiu desenvolver um raciocínio silogístico:

Eu sou meio desastrado e por isso não consegui realizar o seu comando na maioria das vezes, mas se eu desloco de forma brusca em uma direção a esfera vai ser atraída na direção do ímã que eu apontar. Que eu girar ela.

Quando ela para no meio entre os dois ímãs menores ... muito provavelmente os vetores de atração gerados pelos ímãs da esquerda e da direita são basicamente iguais, né?

Uai? (pausa de três segundos) Então, por algum motivo, pode ser que os elétrons estejam momentaneamente mais próximos dos átomos que atraem menos¹⁴.

¹³ O ODT2 corresponde a uma base de madeira nivelada com ímãs fixados em placas metálicas distribuídas nos vértices de um triângulo equilátero formado por palitos de comida chinesa e com um ímã esférico que se encontra no baricentro desse triângulo, identificado por um baixo relevo. Ele tem por finalidade representar as interações atrativas e repulsivas,

¹⁴ O ODT2 pode ser utilizado para representar um sistema molecular trigonal plano polar. Os átomos dessa molécula são representados por pilhas de ímãs que estão distribuídos nos vértices de um triângulo equilátero (grade de palitos de comida chinesa). Na representação em questão, dois átomos que se encontram nos vértices apresentam a mesma

Essa última verbalização demonstra uma reformulação do modelo mental existente com adição de elementos (*tokens*) e que no desenvolvimento não se estabelece por aquisição, mas por participação, como preconiza a THC.

Enquanto aguardava o próximo comando, Drummond, espontaneamente, pegou o ímã esférico em sua mão, o elevou, em relação à base do ODT 2, e percebeu mais facilmente as interações atrativas associadas aos ímãs que se encontravam nos vértices do triângulo:

Eu acho curioso, que se eu coloco ele assim no alto eu começo a sentir que está sendo puxado em direção ao vértice.

No alto, ainda fica mais fácil de perceber. Na altura assim, eu estou sentindo querendo fugir da minha mão.

E atraí do ímã que eu estiver mais próximo. E se seu colocar ela assim acima no centro e ela vai ser atraída agora... deixa eu colocar ela exatamente no centro... eu estou sentindo ela ser atraída para frente.

Apesar das dificuldades em manipular o ODT 2, Drummond afirmou que gostou de experimentar o objeto e que ele foi útil para entender o processo:

Eu gostei bastante dele. Eu entendi todo o processo. Eu consegui aprender tranquilamente. A minha sugestão é mais no sentido de que assim eu não saberia solucionar esse problema assim efetivamente. Então eu não sei uma solução concreta para o problema que eu tô te apresentando. A única dificuldade que eu senti foi que assim quando você me sugeriu passa levemente, eu tive a dificuldade de fazer levemente.

O problema descrito foi minimizado substituindo o ímã esférico de cinco milímetros de diâmetro por outro com dez milímetros de diâmetro.

Apesar da produção do plano de aula e do preparo para ministrar a aula 2, o pesquisador sentiu-se inseguro para apresentar os conceitos de centros de carga em uma distribuição de cargas elétricas e minutos antes do início dessa aula ele improvisou produzindo um objeto estático tátil formado por uma base perfurada, com furos alinhados e equidistantes. Nesta base, foram fixadas pequenas hastes obtidas pela fragmentação de palitos de comida chinesa. As figuras geométricas formadas pelas hastes tiveram os seus lados representados por borrachas elásticas (figura 4).

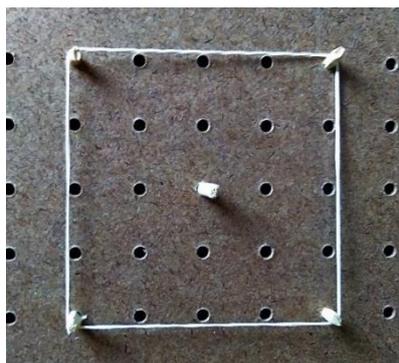


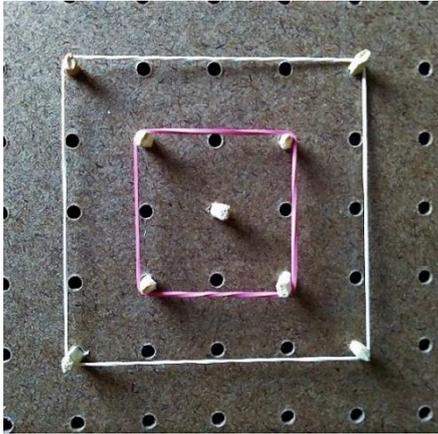
Figura 4 – Objeto estático tátil produzido para representar os centros de carga em distribuições de cargas elétricas
Fonte: autoria própria.

É importante destacar que apesar de ser um objeto improvisado, essa elaboração do professor corresponde a uma ação que intencionalmente dirigia a consciência do aluno para cada um dos conceitos a serem apresentados (Galuch & Sforini, 2009). Esse objeto tinha por finalidade colocar o

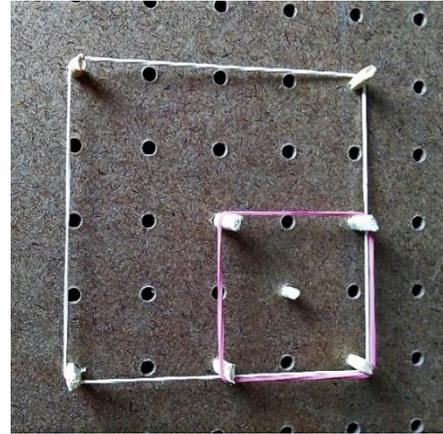
eletronegatividade (pilhas de ímãs iguais) e um terceiro é mais eletronegativo e, portanto, é representado por uma pilha com maior número de ímãs. O ímã esférico representa o centro de carga negativa na molécula (densidade eletrônica), que tende a estar deslocada na direção do átomo mais eletronegativo.

estudante em um processo produtivo, o qual demandaria atividades mentais de comparação, de análise, de generalização, de abstração e de síntese (Striquer, 2017).

O objeto estático tátil foi apresentado ao estudante, que não revelou dificuldade em descrevê-lo: “*Parece muito com o plano cartesiano*”. Na base perfurada, foram representadas distribuições de cargas positivas (representadas por um elástico vermelho) e distribuições de carga negativas (representadas por elástico branco), descritas na figura 5.



(a) distribuição de cargas com a coincidência dos centros de cargas positivas e negativas



(b) distribuição de cargas sem a coincidência dos centros de cargas

Figura 5 – Distribuições de cargas positivas e negativas
Fonte: autoria própria.

O ECDV foi solicitado a identificar o centro da distribuição homogênea de cargas e apresentou uma relativa dificuldade. Mas ao receber uma informação do pesquisador de que as perfurações na placa poderiam ajudá-lo, ele facilmente identificou o centro da distribuição de cargas, que coincide com o centro do quadrado.

Quando questionado como era denominado, geometricamente, o centro do quadrado, ele respondeu de forma genérica: “*centro do polígono*”. Entretanto, quando Drummond recebeu a informação do pesquisador que a resposta seria baricentro, ele o associou com o ponto de equilíbrio estático: “*Mas ele é o baricentro. Também é... é... como é que fala? É o centro de... é... aí... é o centro de equilíbrio, né?*”

E ao ser exposto à situação hipotética de termos ímãs iguais nos lugares das hastes e questionado o que ocorreria com um ímã esférico, colocado no baricentro, Drummond afirmou que ele ficaria na posição de equilíbrio: “*Nada ocorrerá. É por que todos os vetores gerados sobre esse ímã central iriam se anular, mutuamente.*”

Indagado, caso trocássemos as cargas do vértice por uma carga equivalente, onde ela deveria ser colocada, Drummond desenvolveu o seguinte raciocínio em voz alta: “*Então, peraí. Deixa eu ver se eu entendo. Você quer uma carga equivalente às quatro cargas localizadas nos vértices? Eu colocaria essa carga, necessariamente, no centro.*” A resposta denota que ele fez uma transposição de um modelo mental consistente e completo, previamente existente, do conceito de centro de massa para o conceito de centro de cargas.

Uma segunda representação de uma distribuição de cargas elétricas foi produzida sobre a base conforme a figura 5a e apresentada a Drummond.

O pesquisador solicitou que o estudante imaginasse que as hastes que formavam o quadrado maior representavam as cargas negativas e que as que formavam o quadrado menor representavam as cargas positivas e que ele identificasse os centros de carga positiva e negativa, descrevendo o seu raciocínio em voz alta: “...nesse caso... Teria que coincidir e iria acabar dando... assim... na realidade... na teoria eu entendo que ia ser o mesmo”.

Uma terceira representação de uma distribuição de cargas elétricas foi produzida sobre a base conforme a figura 5b e apresentada ao aluno.

O pesquisador solicitou ao estudante que descrevesse o sistema formado e ele o fez sem nenhuma dificuldade: “Ah, tá. Você deslocou o quadrado menor para um dos... para um dos vértices do quadrado maior.”

O pesquisador solicitou novamente que o estudante imaginasse que as hastes que formavam o quadrado maior representassem cargas negativas e as que formassem o quadrado menor representassem cargas positivas e que ele identificasse os centros de carga positiva e negativa, descrevendo o seu raciocínio em voz alta: “Antes os baricentros estavam coincidindo e agora não mais.”

Ele conseguiu novamente desenvolver o raciocínio da substituição das cargas distribuídas na base por uma carga equivalente nos dois sistemas representados na figura 5, indicando que as cargas equivalentes corresponderiam aos centros de cargas positivas e negativas, em ambas as configurações.

Drummond ainda demonstrou um desconforto cognitivo com o sistema representado na figura 5b, ao afirmar que acreditava que ele não poderia ser estável: “[...] mas na realidade, eu paro para pensar que talvez essa configuração seria um pouco complicada.”

O pesquisador interveio e questiona: “mas e se essa configuração fosse estável, por algum motivo?¹⁵”. O que gerou uma rápida aceitação de Drummond da ideia da validade da configuração: “Por algum motivo? Ah, não... sim. Aí seria possível.”

Esse desconforto cognitivo revela que Drummond apresenta um modelo mental consistente e cientificamente validado que prediz corretamente os comportamentos dos sistemas físicos apresentados e que suas respostas não correspondem a reproduções mnemônicas associadas a alguns casos semelhantes ao apresentado. As respostas do estudante são mais do que a soma de certas conexões associativas formadas pela memória, mais do que um simples hábito mental; é um ato real e complexo de pensamento (Vygotsky, 1996), demonstrando que os conceitos foram internalizados, dando condições de desenvolvimento às funções superiores (Vygotsky, [1931] 2000).

Drummond respondeu corretamente que as distribuições de cargas positivas e cargas negativas, no sistema representado na figura 5a, era homogênea: “Se ela é homogênea? É... sim. Eu diria que sim porque todas as cargas distam de uma mesma... distam igualmente do baricentro e todas distam igualmente entre si. Então, existe uma distribuição homogênea.”

Para o sistema representado na figura 5b, ele conseguiu identificar que, como os centros de cargas não coincidem, a distribuição total de cargas positivas e cargas negativas é heterogênea: “...nesse aqui os centros de cargas não coincidem e a distribuição total é heterogênea.”

Após o uso do recurso estático, o aluno revelou que ele o ajudou a entender os conceitos de baricentros e centros de cargas positivas e negativas. Porém, que ele precisaria de passar por alguns reparos para ser mais confortável tatilmente:

¹⁵ O pesquisador optou por não correlacionar esse motivo aos níveis e subníveis estacionários de energia atômicos.

A única coisa assim é... que talvez as pontinhas eu tive algum receio de tocar e às vezes me cortar às vezes na pontinha, né? As pontinhas deles, talvez, às vezes é difícil polir, né? Às vezes tapar com fita isolante ou algum tipo de fita só para, como é que fala? Não ficar, tatilmente, um pouco desconfortável ao tocar, né?

É... é... mas é só um detalhe, assim que é... fora isso eu achei muito bacana. Eu gostei. Fácil de manusear. Ajudou. Ajudou muito.

Esse problema foi resolvido substituindo as hastes por parafusos com cabeças arredondadas, conforme imagem da Figura 6.

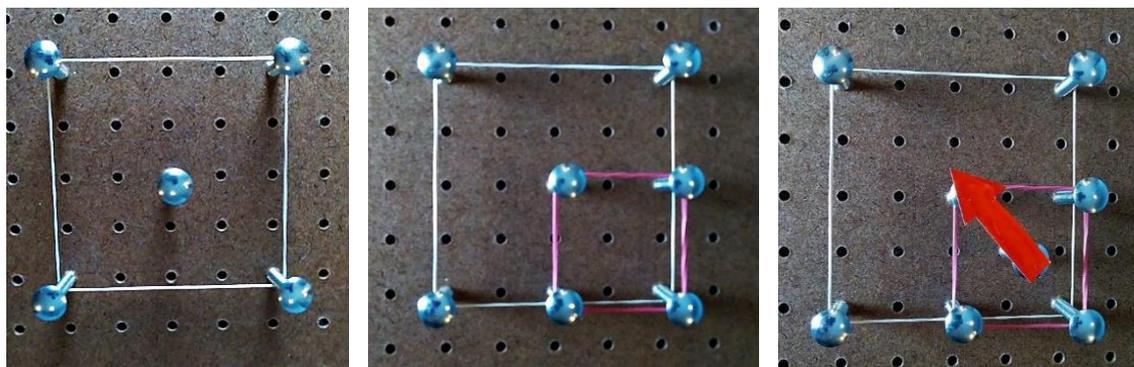


Figura 6 – Objeto estático representacional da distribuição de cargas reformulado
Fonte: autoria própria.

Podemos salientar a partir da experiencição do ECDV com os dois ODT aqui retratados, que o ODT 1 não apresentou limitações representacionais do sistema modelado. Esse objeto também pode ser utilizado para representar o efeito de blindagem eletrônico resultado das repulsões elétron-elétron, explicar o conceito de carga nuclear efetiva e ainda representar o comportamento do raio quando da transformação de um átomo neutro em seus respectivos íons (cátions e ânions).

Enquanto o ODT 2 mostrou-se eficaz instrumento de representação apenas de sistemas moleculares planos. As limitações desse objeto para representar sistemas não planos estão associadas a dificuldade de fixar ímãs em uma estrutura tridimensional simples, eliminar o efeito gravitacional sobre o ímã esférico quando este se deslocar do baricentro do sistema e por último oferecer segurança e percepção tátil ao usuário, garantindo que o ímã esférico, ao ser solto, não colida com os ímãs que representam os átomos ligantes. Contudo, não se descarta a possibilidade de outros educadores se inspirem em sua constituição e com criatividade possam construir novos ODT's que representem sistemas moleculares com geometrias espaciais.

Considerações Finais

A partir dos dados gerados durante a validação dos dois ODT em questão, podemos perceber que eles se mostraram instrumentos eficazes como mediadores na construção de modelos mentais de conceitos químicos abstratos, tais como a ideia de forças e interações atrativas e repulsivas, conversão de energia, estabilidade de um sistema hipotético, concepções de força resultante e campo de força. Tais conclusões foram possíveis a partir da análise minuciosa dos comportamentos e das verbalizações de Drummond, ou seja, analisando os seus gestos, as suas posturas corporais, as suas alterações na entonação, no volume e na fluidez de sua fala livre, do seu pensamento em voz alta ao descrever o que estava fazendo enquanto executava uma tarefa.

Entretanto, é importante destacar que o ECDV já apresentava modelos mentais consistentes, porém incompletos dos conceitos objeto dessa pesquisa. Esses modelos foram sendo complementados por elementos (*tokens*) a partir da experimentação do ODT e da interação pesquisador-estudante. Essa

inferência é fundamentada em dois comportamentos do estudante: as verbalizações corretas dos questionamentos do pesquisador e da descrição dos processos e dos fenômenos que foram representados e as manifestações dos desconfortos cognitivos que geraram questionamentos na busca do entendimento das relações de causa e de efeito.

Ademais, a deficiência visual em si não corresponde a um fator limitante para construção de modelos mentais. Em pessoas com deficiência visual, mas sem disfuncionalidades cerebrais, o que limita a construção desses modelos é a falta de variedade, de quantidade e de qualidade dos estímulos a serem computados cognitivamente. Para Benite e Benite (2017), é inegável a quantidade de informações que podem ser percebidas pela visão, mas as várias formas de linguagem (falada, gestual, entre outras) acompanhadas do pensamento são fundamentais para a aprendizagem. E é a partir dessas outras formas de linguagem que as pessoas com deficiência visual formam os seus modelos mentais.

A eficácia dos ODT como mediadores da aprendizagem só pôde se efetivar devido à interação social pesquisador-estudante, possibilitando o reconhecimento de como os elementos se organizam no espaço, de como as partes se organizam para formar o todo e de como as grandezas e os processos se relacionam, de modo a identificar o que já se caracteriza como um nível do desenvolvimento real e o que o ECDV ainda só conseguirá realizar com a sua ajuda. Portanto, essa interação teve o papel de reestruturadora perceptiva, quando as palavras não são suficientes para descrever o sentir. Nesse sentido vygotskyano, o papel do pesquisador foi o de organizador do meio social educativo, de regulador e de controlador da interação desse meio com o estudante.

Acreditamos que novos estudos, com um maior número de estudantes com deficiência visual, podem revelar novas categorias de dados, pois possibilitarão uma multiplicidade de perfis de entrevistados, como estudantes que estão tendo contato com os conceitos químicos abstratos pela primeira vez, cegos congênitos, com baixa visão, com baixo capital cultural e com dificuldades de aprendizagem. Como esse estudo corresponde ao estudo de um único caso, o resultado obtido pode ser distinto daquele que contemplar a diversidade de perfis dos entrevistados.

Novas pesquisas também podem gerar novos dados, pois os entraves impetrados pelo cenário da pandemia de Covid-19, em que o cumprimento dos protocolos de biossegurança impossibilitou algumas interações entre os atores da pesquisa, como exemplo, o direcionamento do tato do ECDV com as mãos do pesquisador.

Creemos que a utilização dos ODTs não deve se restringir ao universo dos ECDV, pois eles oferecem análogos estruturais de diversos estados de coisas, facilitando a construção e a correlação de conceitos que também são valiosos para os estudantes videntes.

Referências

- Beltrametti, M. (1996). *Réprésentation de la connaissance*. Acesso em 01 mai., 2021, <http://tecfa.unige.ch/staf/staf9597/beltrame/STAF11/concepts.html>.
- Benite, C. R. M., & Benite, A. M. C. (2017). Ensino de Química para alunos com deficiência visual: estudos sobre a formação de modelos mentais de compostos orgânicos. *Benjamin Constant*, 60(1), 6-28.
- Best, J. B. (1992). *Cognitive psychology*. St. Paul: West Publishing Company.
- Brasil. (1996). *Lei n° 9.394/96*, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Acesso em 02 jun., 2021, http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm.

- Brasil. (2013). *Lei nº 12.796/13*, Formação dos profissionais da educação. Acesso em 02 jun., 2021, http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12796.htm.
- Brasil. (2008). *Política de Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva*. Brasília: MEC/SEE. Acesso em 02 jun., 2021, <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeduc ESPECIAL.pdf>.
- Bruno, M. M. G. (2006). *Educação infantil: saberes e práticas da inclusão: dificuldades de comunicação sinalização: deficiência visual*. Brasília: MEC.
- Bueno, J. G. S. (1999). Crianças com necessidades educativas especiais, política educacional e a formação de professores: generalistas ou especialistas? *Revista de Educação Especial*, 3 (5), 7-25.
- Camargo, E. P de. (2017). Inclusão social, educação inclusiva e educação especial: enlaces e desenlaces. *Ciência & Educação*, 23(1), 1-6.
- Correa, L. M. S. (2006). Língua e Cognição: Antes e depois da revolução cognitiva In: E. GUIMARÃES (ed.), *Introdução às ciências da linguagem: linguagem história e conhecimento* (pp. 1-39). Campinas: Editora Pontes.
- Cunha, M. L., Cunha, N. V. S., Silva, N. A. da. (2013). A defectologia de Vigotski e a educação da criança cega. *Revista Formar Interdisciplinar*, 1(2), 6-11.
- Damásio, A. (2000). *O mistério da consciência: Do corpo e das emoções ao conhecimento de si*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Domingues, C. dos A. (2004). *Modos de Participação e Apropriação de Práticas sociais: Um estudo sobre o uso de novas tecnologias por crianças e adolescentes com deficiência visual*. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Eysenck, M.W. & Keane, M.T. (1994). *Psicologia cognitiva: um manual introdutório*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Eysenck, M.W. & Keane, M.T. (2007). *Manual de psicologia cognitiva*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Fernandes, J., Franco-Patrocínio, S. O., Zambelli, M. H., Freitas-Reis, I. de. (2017). A elaboração de materiais para o ensino de modelos atômicos e distribuição eletrônica para discente cego: produtos de um projeto PROBIC-JR. *Experiências em Ensino de Ciências*, 12(6), 95-108.
- Garcez, P. de M., Bulla, G. da S., Loder, L. L. (2014). Práticas de pesquisa microetnográfica: geração, segmentação e transcrição de dados audiovisuais como procedimentos analíticos plenos. *Delta: Documentação de Estudos em Lingüística Teórica e Aplicada* 30(2). 257-288.
- Godoy, A. S. (1995). Introdução a pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de Administração de Empresas*. 35(2), 57-63.
- Graells, P. M. (2000). *Los medios didácticos*. Barcelona: Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación.
- Houaiss, A. (2001). *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Ed. Objetiva.
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models: towards a cognitive Science of language, inference, and consciousness*. Cambridge: Harvard University Press.

- Lent, R. (2004). *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência*. São Paulo: Editora Atheneu.
- Leontiev, A.N. (2004). *O desenvolvimento do psiquismo*. São Paulo: Centauro.
- Loizos, P. (2008). Vídeo, filme e fotografias como documentos de pesquisa. In: M. W. BAUER & G. GASKELL (Org.), *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som*. (pp. 137-155). Petrópolis: Vozes.
- Manzini, E. J. (2004). Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros. *Seminário internacional sobre pesquisa e estudos qualitativos*, 2, 10. Acesso em 10 jun., 2021, http://transcricoes.com.br/wp-content/uploads/2014/03/texto_orientacao_transcricao_entrevista.pdf.
- Mittler, P. (2003). *Educação Inclusiva: contextos sociais*. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- Moreira, M. A. (1997). Modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(3), 193-232.
- Moreira, M. A., & Pinto, A. de O. (2003). Dificuldade dos alunos na aprendizagem da lei de Ampère, à luz da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25 (3), 317-325.
- Moreira, M. A. (1999). *Teorias da aprendizagem*. São Paulo: Editora EPU, 1999.
- Neufeld, C. B., Brust, P. G., Stein, L. M. (2011). Bases Epistemológicas da Psicologia Cognitiva Experimental. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 27(1), 103-112.
- Norman, D. A. (1983). Some observations on mental models. In: D. GENTNER & A. L. STEVENS (Ed.), *Mental Models* (pp. 6-14). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Nunes, S. A. N., Fernandes, M. G., Gutierrez, A. J. C. (2014). Fundamentos teórico-epistemológicos da Teoria Histórico-Cultural: implicações para a psicologia do desenvolvimento infantil. *Psicologia Argumento*, 32(76), 161-172.
- Oliveira, M. K. de. (2015). Coleção Grande Educadores Lev Vygotsky. *Ata Mídia e Educação*. Direção: Regis Horta. Acesso em 09 jan., 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=T1sDZNSTuyE>. Acesso 29 abr. 2021.
- Oliver, D. G., Serovich, J. M., Mason, T. L. (2005). Constraints and opportunities with interview transcription: Towards reflection in qualitative research. *Social Forces*, 84(2), 1273-1289.
- Ormelezi, E. M. (2000). *Os caminhos da aquisição do conhecimento e a cegueira: Do universo do corpo ao universo simbólico*. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação da USP, São Paulo.
- Pereira, A. P. de. & Lima Junior, P. (2014). Implicações da perspectiva de Wertsch para a interpretação da teoria de Vygotsky no ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(3), 518-535.
- Pino, A. (2005). *As marcas do humano: às origens da constituição cultural da criança na perspectiva de Lev S. Vigotski*. São Paulo: Cortez, 2005.
- Prestes, Z. R. (2010). *Quando não é quase a mesma coisa, Análise de traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil Repercussões no campo educacional*. Tese (doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília.

- Sant'Ana, I. M. (2005). Educação inclusiva: concepções de professores e diretores. *Psicologia em Estudo*, 10(2), 227-234, ago. 2005.
- Sforni, M. S. F. (2008). Aprendizagem e Desenvolvimento: o papel da mediação. In: V. L. F. CAPELLINI, & R. M. MANZONI (Org.), *Políticas públicas, práticas pedagógicas e ensino-aprendizagem: diferentes olhares sobre o processo educacional* (pp. 1-9). Bauru-UNESP/FC/SP: Cultura Acadêmica.
- Silva, E. L. da. & Menezes, E. M. (2005). *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. Florianópolis: UFSC.
- Silva, H. C. da. (2009). *Efeito da quimioterapia na percepção visual de mulheres mastectomizadas*. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- Simon, H. A., & Kaplan, A. C. (1989). Foundations of cognitive science. In M.I. POSNER (Ed.), *Foundations of cognitive science* (pp. 1-47). Cambridge: The MIT Press.
- Smolka, A. L. B. (2002). Estatuto de sujeito, desenvolvimento humano e teorização sobre a criança. In M. C. de FREITAS, & M. KUHLMANN JUNIOR (Org.), *Os intelectuais na história da infância* (pp. 99-127). São Paulo: Cortez Editora.
- Sternberg, R.J. (1996). *Cognitive psychology*. Forth Worth, TX: Harcourt Brace College Publishers.
- Striquer, M. S. D. (2017). O processo de mediação: das definições teóricas às propostas pedagógicas. *Eutomia*, 19(1), 142-156.
- Vieira Junior, N. & Colvara, L. D. (2010). Os modelos mentais de alunos em relação a vetores em duas e três dimensões: uma análise da dinâmica da aprendizagem e da inadequação das avaliações tradicionais. *Ciência e Cognição*, 15(2), 55-69.
- Viveiros, E. R. de., & Camargo, E. P. de. (2010). *Deficiência visual na perspectiva da Neurociência Cognitiva: delineamento de uma aplicação didática para o ensino de física*. In: Anais da X Jornada de Educação Especial: Educação Especial e o uso das tecnologias da informação e comunicações em práticas pedagógicas inclusivas. Marília: Oficina Universitária, p. 1-9.
- Vygotsky, L. S. (1997). *Fundamentos de Defectología*. Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
- Vygotsky, L. S. (1994). *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes.
- Vygotsky, L. S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.
- Weber, R. (1995). *On the aesthetics of architecture: a psychological approach to the structure and the order of perceived architectural space*. Aldershot, England: Avebury.
- Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wertsch, J. V. (1991). *Voices of mind: A sociocultural approach to mediated action*. Cambridge: Harvard University Press.
- Yin, R. K. (2010). *Estudo de Caso: Planejamento em Métodos*. Porto Alegre: Bookman.