



A experimentação no Ensino de Química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado

Claudio Roberto Machado Benite, Anna M. Canavarro Benite, Fernanda Araújo França Bonomo, Gustavo Nobre Vargas, Ramon José de Souza Araújo e Daniell Rodrigues Alves

A tecnologia auxilia diariamente pessoas sem deficiência, podendo trazer muitas possibilidades para pessoas com deficiência. Pessoas com deficiência visual também organizam seus conhecimentos e se relacionam com outros indivíduos, desde que sejam apresentadas ao mundo objetivo do vidente considerando sua especificidade. Neste artigo, apresentamos o uso da tecnologia assistiva como ferramenta cultural em experimento sobre a extração do café com alunos deficientes visuais, envolvendo o conceito de temperatura. Os resultados apontam que o ensino de química não só carece de professores para atuar na inclusão como sofre com a escassez de recursos tecnológicos para trabalhar com deficientes visuais em qualquer nível de ensino e que a mediação de experimentos com o uso de tecnologia assistiva permite que esses alunos manipulem variáveis, realizem medidas e aprendam a partir de conteúdos prévios e dados coletados pelos sentidos remanescentes durante a atividade.

► experimentação, deficiência visual, tecnologia assistiva, termômetro vocalizado ◀

Recebido em 14/10/2016, aceito em 26/03/2017

245

Ensino de Química para alunos com deficiência visual

Considerada instrumento de comunicação, a linguagem é estabelecida como forma simbólica de interação que permite ao indivíduo compreender o processo de conceitualização. Para Vygotsky (1989), a elaboração conceitual é orientada pela linguagem “como meio para centrar ativamente a atenção, abstrair determinados traços, sintetizá-los por meio de um signo” (p.70). Dessa forma, a aprendizagem advém das interações interpessoais, isto é, constitui-se em um processo de desenvolvimento interno a partir de atividades externas, numa relação mediada pelo outro com o uso de instrumentos e signos. Os signos

A Química possui linguagem específica, que usa de representações simbólicas para expressar seus conceitos e procedimentos, como as equações químicas, as fórmulas e os modelos. Em sua dimensão prática, os experimentos geram informações que socialmente são obtidas pela visão, como as mudanças de cores nas titulações, as pesagens de solutos, a visualização de volumes de solventes para preparo de soluções ou a identificação do nível da coluna de álcool ou mercúrio em medidas de temperatura (Benite et al., 2017).

são elementos que auxiliam o sujeito a solucionar problemas cognitivos, representando objetos e situações ou expressando comparações, recordações e descrições. Já os instrumentos são elementos cujas propriedades mecânicas, físicas e químicas

podem ser usadas como ferramentas para agir sobre as coisas do mundo objetivo, de acordo com as necessidades do sujeito.

A Química possui linguagem específica que usa de representações simbólicas para expressar seus conceitos e procedimentos, como as equações químicas, as fórmulas e os modelos. Em sua dimensão prática, os experimentos geram informações que socialmente são obtidas pela visão, como as mudanças de cores nas titulações, as pesagens de solutos, a visualização de volumes de solventes para

preparo de soluções ou a identificação do nível da coluna de álcool ou mercúrio em medidas de temperatura (Benite et al., 2017).

A seção “Educação em Química e Multimídia” tem o objetivo de aproximar o leitor das aplicações das tecnologias comunicacionais no contexto do ensino-aprendizagem de Química.

Todavia, um dos maiores obstáculos no ensino de química para alunos com deficiência visual (DV) é que as asserções educacionais se baseiam no referencial perceptual da visão e são acompanhadas da ausência de estímulos, da falta de acessibilidade nos laboratórios, de recursos didáticos ineficazes e pela escassez de informações que acentuam a passividade desses alunos nas aulas (Mantoan, 2003).

Advogamos que para incluir os DV ou qualquer outro aluno nas aulas de química é necessário o oferecimento de atividades que estimulem a observação, a investigação e a experimentação para o desenvolvimento de percepções mais amplas, não só as visuais, e que contribuam para o processo de abstração e generalização do conhecimento, pois defendemos a necessidade de vencer a barreira do ver para aprender (Benite *et al.*, 2016; Mantoan, 2003).

Um dos objetivos pedagógicos dos experimentos é mostrar aos alunos que eles podem manusear e controlar eventos, investigar e solucionar problemas, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades que são necessárias à investigação criativa, permitindo-lhes aprender Ciência e sobre a Ciência (Hodson, 1988). Se aprender é um processo ativo e contínuo de (re) construção de significados a partir das relações sociais (Galvão Filho, 2009), investigar um experimento mediado pelo professor pode levar o aprendiz a atribuir significado individual ao que está sendo observado, a partir dos significados construídos nas relações sociais durante a discussão conceitual do experimento.

Partindo do pressuposto de que a maioria dos experimentos são baseados no referencial perceptual da visão, como os DV vão compreender os conteúdos previstos pelo experimento se nessas aulas a visão é a maior fonte de coleta de dados? Quais os recursos necessários para incluí-los em aulas experimentais, propiciando a eles uma atuação mais efetiva e autônoma? Nessa investigação, apresentamos contribuições da tecnologia assistiva (TA) como instrumento da ação mediada (ferramenta cultural da química) em experimento sobre a extração do café, realizado com dez alunos DV, para a compreensão do conceito de temperatura.

O caminho metodológico

O estudo apresentado aqui foi desenvolvido numa Instituição de Apoio ao Deficiente Visual, uma unidade da Secretaria de Estado da Educação que recebe DV de todas as idades e localidades do Estado de Goiás, oferecendo serviços de orientação às atividades cotidianas, objetivando proporcionar maior autonomia desses sujeitos em suas ações. Visando refletir a relação existente entre a pesquisa e a ação docente, essa investigação se encontra nos moldes da pesquisa-ação por nascer de uma necessidade da prática: como possibilitar a participação ativa de alunos DV em experimentos para discutir

conteúdos químicos? No panorama da pesquisa-ação, o pesquisador se empenha politicamente com o desenvolvimento dos sujeitos e o estudo se instaura visando a compreensão da percepção dos sujeitos acerca da realidade vivenciada.

As aulas de química na Instituição são iniciadas com experimentos e acontecem semanalmente, sendo ministradas por um professor em formação continuada, três em formação inicial, acompanhados por uma professora de apoio formada em Biologia, pois a Instituição não dispõe de professor de apoio de Química. Gravadas em áudio e vídeo, as aulas são planejadas, transcritas e analisadas teoricamente em conjunto com o professor formador.

A tecnologia assistiva como ferramenta cultural da química

A inviabilidade temporal dos cursos formarem professores de química para atuarem com todas as especificidades nos leva a buscar alternativas, como o desenvolvimento de investigações colaborativas com Instituições de Apoio, visando o compartilhamento do conjunto de saberes vivenciais e experiências

perceptivas como pressupostos para a reflexão teórica da ação docente numa perspectiva inclusiva. Por isso, a formação realizada com os professores na Instituição é fundamentada na ideia de que não podemos atuar no âmbito da inclusão “senão a partir do ser vivente na sua facticidade” (Masini, 2007, p.23), pois o professor pertence a uma cultura construída visualmente.

Planejar uma aula de química a ser oferecida a alunos DV exige buscar recursos e estratégias que possibilitem melhor desempenho, oferecendo ensino igualitário aos demais alunos da sala de aula regular. O deficiente visual “tem sua dialética diferente, devido ao conteúdo – não visual quando se trata do cego ou reduzido, quando da pessoa com baixa visão – e à sua organização, cuja especificidade é a de se referir aos sentidos predominantes de que dispõe” (Masini, 2007, p.24). Baseados em Wertsch (1998), defendemos que em aulas experimentais com alunos DV o professor deve envolver a combinação irredutível desses sujeitos (agentes ativos) com as ferramentas culturais dessa ciência, desde que sejam apropriadas para a especificidade.

No extrato a seguir, o professor (PFI3) propõe a extração do café a partir do aquecimento da mistura preparada pelos alunos (A), usando balão de fundo redondo, manta aquecedora e termômetro para controle de temperatura (ferramentas culturais da Química).

EXTRATO 1

PFI3: Agora, vamos fazer a extração do café?

A4: Vamos! Mas como?

PFI3: Aquecendo a mistura! Vocês lembram que equipamento podemos usar para aquecer a mistura?

O estudo apresentado aqui foi desenvolvido numa Instituição de Apoio ao Deficiente Visual, uma unidade da Secretaria de Estado da Educação que recebe DV de todas as idades e localidades do Estado de Goiás, oferecendo serviços de orientação às atividades cotidianas, objetivando proporcionar maior autonomia desses sujeitos em suas ações.

A4: *Manta aquecedora!*

A2: *Balão!*

PFI3: *Já coloquei o balão na manta. Toquem para sentir o sistema montado.*

A2: *O balão fica encaixado na manta. A parte interna que esquentar!?*

PFI3: *Isso! A extração ocorrerá em, aproximadamente, 90°C.*

A3: *Essa manta tem termômetro?*

PFI: *Não, vamos usar o termômetro vocalizado! Para quem ainda não o conhece, ele mede a temperatura numa faixa de -10 a 200°C e ao acionar o botão o valor da temperatura é vocalizado. Mas essa ideia gera uma demanda para nosso grupo!*

O ensino de química não só carece de professores formados para atuarem no âmbito da inclusão como sofre com a escassez de recursos de TA para trabalhar com deficientes visuais em qualquer nível de ensino. PFI3 propõe a extração simples do café pensando em seu caráter sensorial (aroma da bebida), mas é questionado por A4 sobre como realizariam o experimento (A4: *Vamos! Mas como?*), considerando que o aquecimento é uma atividade perigosa para ser realizada por um deficiente visual devido aos riscos de queimaduras, além da identificação da temperatura nos termômetros ser feita pela observação visual da escala da coluna de mercúrio.

A extração do café ocorreu num balão de fundo redondo aquecido por uma manta, como sugeridos por A2 e A4, para posterior filtração, visando a obtenção do café solúvel. A sugestão para o uso de balão de fundo redondo e manta aquecedora para aquecimento da mistura provém do uso desses equipamentos em aulas anteriores. Importa ressaltar que a participação ativa desses alunos na montagem e manuseio (estímulo tátil) de equipamentos, vidrarias e reagentes, acompanhados pela descrição verbal do professor (PFI3: *Toquem para sentir o sistema montado*) é fundamental para o desenvolvimento de habilidades e compreensão dos mecanismos de experimentos realizados em laboratórios de química.

Apesar de o balão ser de vidro, pois o de polipropileno não é adequado para aquecimento, seu encaixe perfeito na manta diminui os riscos de queda, da mesma forma que a manta é constituída internamente por lã acrílica e conta com proteção externa para evitar queimaduras por contato físico, descartando o uso do bico de Bunsen ou chapa aquecedora. Responsáveis pela segurança dos alunos durante a realização dos experimentos, os professores planejam as aulas visando a maior independência possível dos DV na coleta de dados e a redução ao mínimo da probabilidade de acidentes (Brasil, 2005). Para isso, conta com o auxílio de uma equipe de design multidisciplinar do mesmo laboratório para a escolha, transformação de materiais e o desenvolvimento de TA para as aulas experimentais, pois concordamos com Bersch (2013) que esse tipo de trabalho deve ser realizado a partir do contato direto com o usuário, valorizando suas intenções e necessidades funcionais, bem como a identificação de suas habilidades.

A equipe de design de TA avalia o potencial físico, sensorial e cognitivo do usuário e estuda os recursos de TA disponíveis no mercado ou que deverão ser projetados para uma necessidade particular nas aulas experimentais (Bersch, 2013). Nesse sentido, o termômetro vocalizado usado no experimento foi projetado a partir da necessidade dos alunos medirem ou acompanharem a variação de temperatura de substâncias ou misturas, visando participações mais efetivas e autônomas por DV ou qualquer outro aluno, independente de sua especificidade. Em sua segunda versão, o equipamento possui comandos específicos e os desenvolvimentos do hardware e do software foram baseados na especificidade do grupo pesquisado: a temperatura é vocalizada pelo aparelho em português e inglês (Figura 1).

O equipamento contém dois botões de comando (*on-off* e medida), possui dimensões de 12cm x 8cm x 5cm, pode ser alimentado pela rede elétrica convencional ou via USB, possui cabo com sensor de temperatura que varia de -10°C a 200°C e mostrador com informações sobre a temperatura medida e a instituição de procedência (Benite *et al.*, 2016).



Figura 1: Termômetro vocalizado.

Outro objetivo do termômetro vocalizado é ajudar o deficiente visual a romper a barreira sensorial do toque, procedimento comumente utilizado em experimentos realizados em laboratórios de química. Em temperaturas altas, porém, o acesso à informação pelo toque é impedido pela possibilidade de queimaduras, dificultando a manipulação do objeto de estudo, o registro e a interpretação conjunta do fenômeno simulado. Isso porque a pele humana é um órgão sensorial dotado de terminações nervosas (receptores cutâneos) responsáveis pela obtenção de estímulos térmicos e sensações dolorosas.

Fundamentados na ação mediada de Wertsch (1998), defendemos que a habilidade de um deficiente visual controlar a variação de temperatura de um sistema durante o experimento pode ser moldada pelos sucessivos contatos desse agente ativo com o equipamento vocalizado, ferramenta cultural da ciência própria para a especificidade. Já a apropriação do conhecimento vai ocorrer por meio da linguagem em práticas sociais, ou seja, a comunicação com o professor, representante da cultura científica, como apresentado no extrato a seguir.

Outro objetivo do termômetro vocalizado é ajudar o deficiente visual a romper a barreira sensorial do toque, procedimento comumente utilizado em experimentos realizados em laboratórios de química. Em temperaturas altas, porém, o acesso à informação pelo toque é impedido pela possibilidade de queimaduras, dificultando a manipulação do objeto de estudo, o registro e a interpretação conjunta do fenômeno simulado.

EXTRATO 2

PFC: *Falando em controle de temperatura: ela mede o quê?*

A2: *Os átomos!*

A3: *Acho que são as moléculas.*

PFC: *Os átomos ligados constituem as moléculas que juntas constituem as substâncias, que nesse caso, é o café e a água que estão misturados. Essas moléculas que compõem essa mistura estão paradas ou em movimento?*

A3: *Movimento. Meu professor falou que as moléculas estão sempre em movimento.*

PFC: *E o que faz ela ficar em movimento?*

A3: *A energia.*

PFC: *Então, se eu aumento a temperatura de um sistema, o que estou fazendo?*

A2: *Dando mais energia.*

PFC: *E como isso é identificado no termômetro?*

A3: *Com o aumento da temperatura.*

PFC: *Então, aumentar a temperatura quer dizer oferecer mais energia para agitar mais as moléculas. Dessa forma, o termômetro mede a energia de...*

A2 e A3: *Agitação das moléculas da mistura!*

PFC: *Isso! Agora, A1 verifica a temperatura, por favor.*

Termômetro vocalizado: *93°C.*

A2: *Hum! Já estou sentindo o cheirinho do café (risos).*

No extrato 2, o professor aproveita o controle da variação

térmica feito pelos alunos no equipamento vocalizado para discutir o conceito de temperatura (PFC: *Falando em controle de temperatura: ela mede o quê?*). Ao serem questionados sobre a possibilidade de agitação das moléculas que compõem a mistura aquecida, A3 resgata seus conhecimentos escolares alegando que, segundo seu professor, as moléculas estão sempre em movimento, concepção determinante para o entendimento do conceito de temperatura. Dessa forma, defendemos que a aprendizagem dos conceitos químicos por alunos DV nos experimentos realizados ocorre a partir da construção social (mediada por questionamentos) apoiada pelo uso de TA.

No processo de apropriação, a ideia de extração estava atrelada à temperatura, aproximadamente 93°C, precedida de uma variação provocada pelo aquecimento da mistura (vocalizada pelo termômetro) que, inicialmente, estava à temperatura ambiente. Contudo, durante a realização do experimento, os questionamentos dos professores sobre a constituição das substâncias da mistura, a energia térmica de agitação e a medida de temperatura, buscaram “as relações lógicas, de comparação, de sucessão e continuidade”, envolvendo o conceito de temperatura (Giordan, 2008, p.301). Nesse sentido, no extrato 2, o professor (PFC) assumiu o papel de questionador, orientando a elaboração das respostas de A2 e A3 para que fossem condizentes com a visão científica sobre a influência da temperatura como energia de agitação das partículas que compõem os corpos, medida pelo termômetro. Tais questionamentos foram refletidos à luz dos conhecimentos científicos, considerando as colocações feitas pelos alunos, atuando como agentes ativos no processo de compreensão.

Consideramos os experimentos como uma forma de o professor explorar as ideias dos alunos, buscando a compreensão conceitual. Por terem caráter investigativo, os experimentos realizados na Instituição permitem aos alunos DV manipular variáveis, realizarem medidas e (re)organizarem suas ideias a partir de uma base teórica prévia adquirida nas aulas regulares. Nas aulas de apoio, a base teórica é associada aos dados empíricos, proporcionando a sua interpretação (Suart, Marcondes e Lamas, 2010).

Sobre o uso da TA, pautamo-nos em Wertsch (1998) para defender que o termômetro vocalizado, agrupado na categoria de instrumentos de laboratório, é um meio mediacional que permite ao DV acompanhar a variação de temperatura de um sistema, sendo um exemplo de ação mediada com “sequência de atos realizados por agentes-usando-ferramentas-culturais” (Giordan, 2008, p.299).

Considerações finais

Os resultados dessa investigação apontam para a possibilidade de envolvimento de alunos DV em atividades

experimentais, bem como a carência de parcerias que promovam a formação docente pela pesquisa com instituições de apoio ao ensino regular com vistas a inclusão escolar. Na parceria com a Instituição, as aulas realizadas com experimentos fomentam a necessidade do design e uso de tecnologia assistiva como forma de ampliação das habilidades funcionais dos alunos em busca da participação cada vez mais ativa e autônoma nas atividades, objetivando a aprendizagem dos conhecimentos químicos.

Claudio Roberto Machado Benite (claudiobenite@ufg.br) Doutor em Química e Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Goiás. Professor Adjunto do Instituto de Química, vice coordenador do Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão – LPEQI e coordenador do projeto

“Design de Tecnologia Assistiva para a experimentação no ensino de Ciências”, ambos da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Anna Maria Canavarro Benite** (anna@ufg.br) Doutora e Mestre em Ciências pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e membro da Associação Brasileira de Pesquisadores Negros. Professora Associada do Instituto de Química, Coordenadora do Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão – LPEQI e Coordenadora da Rede Goiana Interdisciplinar de Pesquisas em Educação Inclusiva, ambos da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Fernanda Araújo França Bonomo** (fernandaaraujofranca@hotmail.com.br) Licenciada em Química pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás, mestranda do Programa de Pósgraduação em Educação em Ciência e Matemática da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Gustavo Nobre Vargas** (22gustavohaha@gmail.com) Licenciando e bolsista PIBIC do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Ramon José de Souza Araújo** (ramon.jsa@gmail.com) Aluno do curso de Ciência da Computação do Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Daniell Rodrigues Alves** (daniellmecatronics@gmail.com) Licenciando do Instituto de Física da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR.

Referências

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

BENITE, C.R.M.; BENITE, A.M.C.; MORAIS, W.C.S. e YOSHENO, F.H. Estudos sobre o uso de tecnologia assistiva no ensino de química. Em foco: a experimentação. *Revista Itinerarius Reflectionis*, v.12, n.1, p.1-12, 2016.

BERSCH, R. *Introdução à Tecnologia Assistiva*. Porto Alegre, 2013.

BRASIL. *Desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais de alunos cegos e de alunos com baixa visão*. Coordenação geral: SEESP/MEC; organização: ARANHA, M.S.F. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2005.

GALVÃO FILHO, T. A. *Tecnologia Assistiva para uma escola inclusiva: apropriação, demanda e perspectivas*. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educa-

ção, Universidade Federal da Bahia, 2009, 346p.

GIORDAN, M. Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.

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

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

MASINI, E. F. S. (Org.) *A pessoa com deficiência visual: um livro para educadores*. São Paulo: Vetor, 2007.

SUART, R.C.; MARCONDES, M.E.R. e LAMAS, M.F.P. A estratégia ‘Laboratório Aberto’ para a construção do conceito de temperatura de ebulição e manifestação de habilidades cognitivas. *Química Nova na Escola*, v.32, n.3, p.200-207, 2010.

VYGOTSKY, L. S. *A Formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WERTSCH, J.V. A sociocultural approach to socially shared cognition. In: RESNICK, L.B.; LEVINE, J.M. e TEASLEY, S.D. (Org.). *Perspectives on socially shared cognition*. Washington: American Psychological Association, p.85-100, 1991.

Abstract: *Experimentation with assistive technology in chemical teaching for the visually impaired: the vocalized thermometer.* Technology can bring many possibilities to help people with physical impairment. Visually impaired people organize their knowledge as any other individual, as long as they have been introduced to objective world considering their specificity. In this paper, we introduce the use of assistive technology for visually impaired students as a cultural tool in an experiment about extraction of coffee involving the concept of temperature. The results point that the chemistry teaching not only lacks teacher to work within inclusion but also technology resources to work with visually impaired in any level of education. The results also point that the experiments mediation in support classes with the use of assistive technology allow the visually impaired to manipulate variables, realize measures and approach knowledge starting from the content seen in regular classes and from collected data during activity from the remaining senses.

Keywords: Experimentation, Visual impairment, Assistive Technology, Vocalized Thermometer