

## VIABILIDADE DE UM EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE TERMOQUÍMICA À DEFICIENTES VISUAIS

Victor Valentim Gomes (1); Samuel Carvalho Costa (1); Julio Cesar Bastos Fernandes (1)

<sup>1</sup>Universidade Federal do Oeste do Pará

(victorvalentimgomes@gmail.com, costa.samuelcarvalho@gmail.com, julio.fernandes@ufopa.edu.br).

**Resumo:** Neste trabalho avaliou-se a eficiência de um experimento qualitativo, economicamente favorável, para promover aulas experimentais sobre termoquímica a alunos que possuem deficiência visual. O experimento foi baseado no reconhecimento auditivo de código Morse da letra “D” (- . .) e da letra “X” (- . .), dos processos endotérmico e exotérmico, respectivamente. A linguagem Morse foi escolhida como forma de resgatar um sistema de comunicação histórico e assim, trabalhar-se multidisciplinarmente. Das pessoas avaliadas, cerca de 87,5% conseguiram detectar corretamente a reação ouvida. Em relação, a viabilidade da atividade, 75% dos participantes avaliaram como excelente e 25% como bom. Todos os participantes compreenderam com facilidade a explicação do experimento por meio de uma áudio-descrição. O baixo custo e simplicidade de compreensão destacam-se como fatores principais para a execução deste experimento com deficientes visuais, promovendo a experimentação no ensino de química sobre uma perspectiva de educação inclusiva.

**Palavras-chave:** Tecnologia assistiva, endotérmico, exotérmico, educação inclusiva.

### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, entende-se a educação inclusiva como um processo de práticas pautado no ensino de alunos que possuem ou não necessidades especiais, oportunizando condições equiparadas para o desenvolvimento de potencialidades de acordo com as individualidades dos educandos (HONTANGAS, 2010). No entanto, para alcançar este conceito vigente, o percurso histórico no Brasil, necessitou de mudanças sociais e culturais (NETO, 2014).

Durante os séculos XVII e XVIII, observa-se raízes discriminatórias, no qual o abrigo de pessoas que possuíam algum tipo de deficiência em manicômios propagava a segregação. A mudança desses conceitos iniciou durante o século XIX, onde a família mantinha o membro familiar com necessidade especial em casa para ser educado, julgando como a melhor alternativa para esta situação. Todavia, esta escolha não preparava este aluno para a sociedade que ele encararia (NETO, 2014).

Apenas no século XX, mais especificamente no ano de 1994, que a educação inclusiva tornou-se efetivamente uma realidade por meio da elaboração da Declaração de Salamanca durante a Conferência Mundial de Educação Especial, recomendando a prática pedagógica com enfoque a todos os alunos – com necessidades ou não – atendendo, assim, às especificidades de cada educando (FERNANDES et al., 2017). No Brasil, este documento influenciou na construção da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB 9.394/96), particularmente o capítulo V, no qual discorre acerca da educação especial (BRASIL, 1996).

Apesar da evolução histórica e do amparo legal na atualidade às pessoas com necessidades educativas especiais no âmbito da inclusão, ainda é observado uma série de fatores que precisam ser discutidos, desenvolvidos e otimizados para obter êxito, visto todo um espectro heterogêneo de necessidades especiais, tornando o processo de ensino-aprendizagem inclusivo complexo (GONÇALVES et al., 2013; FERNANDES et al., 2017).

Dentre os que necessitam de atenção diferenciada educativa, tem-se as pessoas com deficiência visual (DV), que também carecem pelo uso recursos característicos e acessíveis para favorecer o seu desenvolvimento intelectual e de suas habilidades intrínsecas à sua deficiência (RETONDO & SILVA, 2008; SILVA, 2014). Em caráter inclusivo, o desenvolvimento de materiais didáticos podem viabilizar a promoção da educação a partir da integração de alunos com ou sem deficiência (RAPOSO & MÓL, 2010).

Visto isso, as Tecnologias Assistivas (TA) destacam-se como instrumentos que fomentam a educação inclusiva. Tratam-se de metodologias, ferramentas, recursos, estratégias, práticas ou serviços associados a atividade de participação de pessoas com necessidades especiais, tais como a DV. Por meio da TA, intensificam-se as capacidades funcionais dessas pessoas, favorecendo a relação e inclusão social no ambiente educacional (SILVA, 2014; BENITE et al., 2017).

Para o ensino de química, o uso de TA à deficientes visuais ainda é escasso (SUPALO et al., 2008). Não obstante, outros fatores particulares referentes à forma como ensinar química à deficientes visuais ainda são enclaves. Como ciência, a química detém, em aspecto teórico, de uma linguagem própria – por meio de símbolos – como forma de retratar equações matemáticas e químicas, definições, processos e modelos e, em aspecto prático, de uma experimentação baseada pela observação visual, como uma mudança de coloração em titulometria, visualização do menisco no preparo das soluções, medidas de temperatura e massa, dentre outros (BENITE et al., 2017). Estas problemáticas perpetuam a falta de acessibilidade nos laboratórios, de estímulos, de recursos didáticos e demais obstáculos que geram a passividade e exclusão educacional de estudantes com DV (MANTOAN, 2003).

Em parâmetros amplos ao ensino de química, evidencia-se que aulas experimentais são pouco habituais nas escolas, especialmente em instituições públicas, tendo os principais problemas relacionados à falta de equipamentos, vidrarias, reagentes ou até mesmo da inexistência de uma estrutura física para construção de um laboratório (SILVA, 2016). Além disso, alguns conteúdos, tais como o de termoquímica, são difíceis de serem assimilados pelos estudantes, uma vez que possuem determinados conceitos que são distintos entre a linguagem técnica e a linguagem comum (COELHO et al., 2017; MORTIMER & AMARAL, 1998).

Com base no conjunto de problemas supracitados, nota-se a necessidade de haver TA economicamente acessíveis e eficientes para o ensino de química, direcionados à alunos com deficiência visual, como forma de promover aulas experimentais e inclusivas. Assim, este trabalho propões avaliar a exequibilidade de um experimento de baixo custo para o ensino de termoquímica destinado à estudantes com DV.

## 2. METODOLOGIA

Para a realização do experimento, foi utilizado um equipamento constituído de um circuito do tipo ponte de Wheatstone (montado em Protoboard), que está ligado a um Termistor de 10K $\Omega$  e acoplado ao microcontrolador (Arduino Uno<sup>®</sup>), cuja saída digital está ligada a um conector de áudio P2 para fones de ouvido. A alimentação do circuito eletrônico foi +5V, por meio de fonte de tensão Minipa MPL-3303M. Este sistema eletrônico possibilitou medir as variações de temperatura em milivolts (mV).

A voltagem detectada é reconhecida através do Arduino IDE<sup>®</sup>, uma plataforma programável para microcomputador que está conectada ao microcontrolador via entrada USB. Por meio desta plataforma, estabeleceu-se uma faixa de tensão elétrica com base nas condições ambientes de variação do termistor, convertendo os valores enquadrados na programação em exotérmico ou endotérmico.

Para reconhecimento auditivo, converteram-se os comandos referentes ao processo termoquímico detectado pelo termistor para uma codificação em linguagem Morse, a qual emitia o som de ponto e traço no fone de ouvido conectado a saída digital do arduino. Para um processo endotérmico, utilizou-se o código Morse referente a letra “D” (- . .), e para uma reação exotérmica, utilizou-se o código que traduz a letra “X” (- . . -).

Foram montados áudio-descrições com o auxílio do software Balabolka<sup>®</sup>, contendo a explicação do experimento. Nestes áudios, continham os códigos em linguagem Morse relativos ao processo endotérmico e exotérmico. Esse áudio foi ouvido repetidas vezes pelos participantes para calibração da sua audição. Os códigos Morse utilizados nas áudio-descrições foram obtidos por meio da plataforma online Morse Code Translator<sup>®</sup>.

O experimento foi realizado com discentes sem deficiência visual do Instituto de Ciências da Educação da Universidade Federal do Oeste do Pará (n=8), no qual previamente concordaram em participar do mesmo através da leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), com direito à cópia. Após isso, vendaram-se os olhos de cada participante e equiparam-se seus ouvidos com fones próprios, onde de um lado

ficava o fone que os participantes escutavam as áudio-descrições, e no outro, o fone ao qual ouviram o código referente a uma reação exotérmica ou um processo endotérmico.

Os discentes poderiam ouvir uma reação exotérmica entre neutralização de 20 mL do ácido clorídrico (HCl - 1mol/L) com 20 mL de Hidróxido de Sódio (NaOH - 1mol/L), ou um processo endotérmico proveniente da diluição de 10 g de cloreto de potássio (KCl) em 2mL de água destilada. Após a detecção da reação, os alunos tomavam conhecimento do acerto ou erro por uma outra áudio-descrição, no qual relatava o que o mesmo tinha ouvido.

Posteriormente à aplicação do experimento, os participantes responderam a um questionário objetivo acerca da reação/processo que ouviram e sobre a experiência. Comentários espontâneos dos participantes sobre o experimento foram transcritos, como forma de diagnosticar falhas pontuais no experimento.

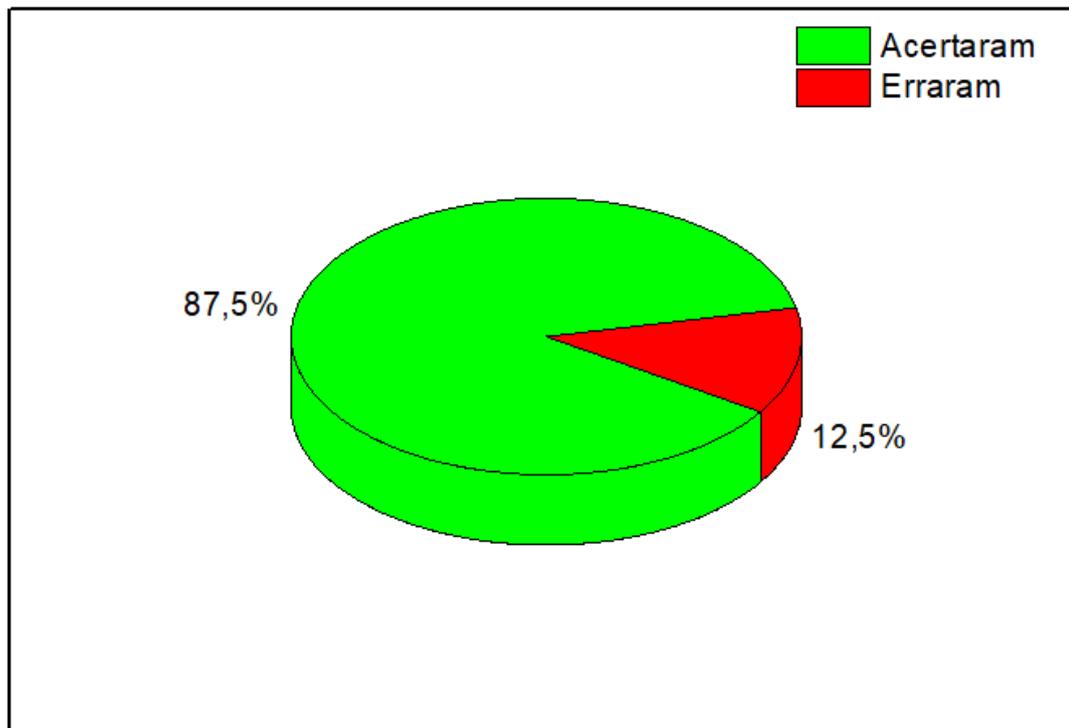
O TCLE e o questionário, assim como a coleta dos dados foram possíveis com o auxílio da plataforma SurveyMonkey<sup>®</sup>. Os dados foram tabulados e os gráficos construídos usando software estatístico OringPro8.5<sup>®</sup>.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O experimento foi testado em participantes que não possuem DV, uma vez que há poucos discentes com deficiência visual na instituição onde se realizou a pesquisa. Com o propósito de avaliar a viabilidade do experimento, o uso de pessoas sem a deficiência é pautado na maior habilidade auditiva que os DV desenvolvem (CUNHA *et al.*, 2018).

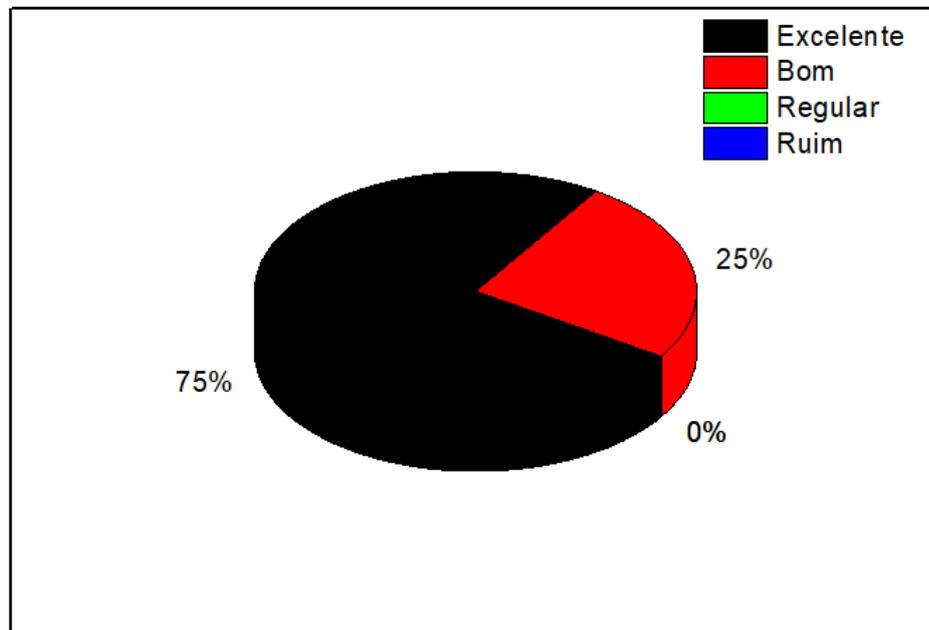
A Figura 1 apresenta a avaliação das respostas dos participantes conforme qual processo/reação termoquímico foi aplicado. Das pessoas que participaram, 87,5% acertaram o código ouvido referente a reação/processo termoquímico.

O uso do código Morse para identificação da reação está pautado no resgate desta linguagem que possui grande valor histórico nas telecomunicações durante os séculos XIX e XX, por meio do processo de telegrafia. A linguagem em Morse possibilita a codificação de letras, algoritmos e sinais de pontuação em modo intermitente, podendo ser transmitida em pulsos elétricos, sinais de rádio, sinais visuais e sonoros (LEONARDO *et al.*, 2009). A aplicação desta abordagem de comunicação para o experimento desenvolvido neste estudo pode oportunizar uma abordagem aos estudantes de caráter multidisciplinar com os conhecimentos de história e física.



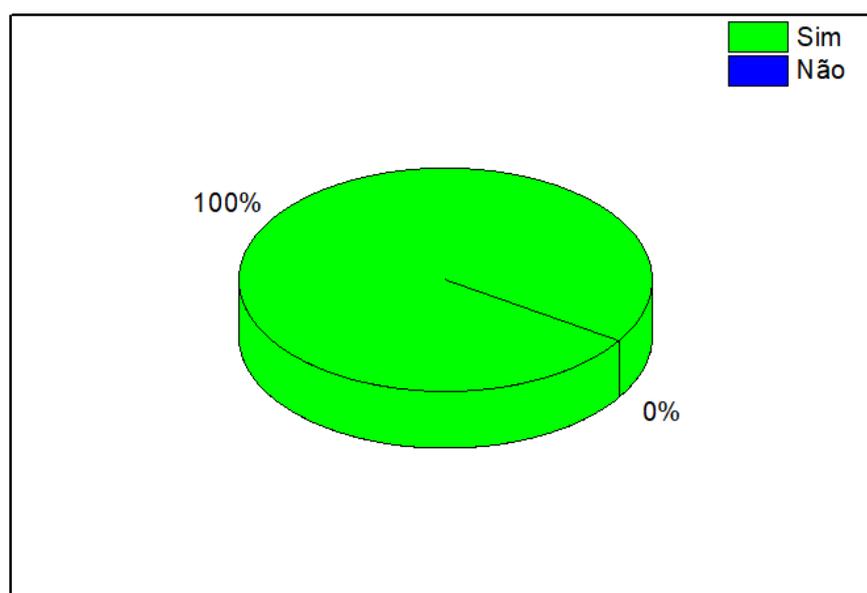
**Figura 1.** Percentual de respostas certas e erradas referentes ao reconhecimento da reação exotérmica ou processo endotérmico ouvido.

O julgamento pelos discentes em relação ao experimento ao qual participaram podem ser visto na Figura 2. Observa-se que a proposta de experimentação foi bem avaliada, visto que 75% avaliaram como excelente, 25% analisaram como bom e ninguém enquadrou o teste como regular ou ruim. Todavia, ressalta-se que críticas foram feitas as diferenças de som ouvidas na áudio-descrição e no sistema eletrônico. Contudo, estas diferenças não prejudicaram o reconhecimento sonoro dos processos termoquímicos. Isto pode ser explicado pela maior quantidade de caracteres percebidos no código Morse da letra “X” (4 caracteres) quando comparado ao da letra “D” (3 caracteres).



**Figura 2.** Avaliação do experimento pelos participantes.

Quanto à qualidade da áudio-descrição, todos os participantes divulgaram que conseguiram entender com facilidade as instruções. Este resultado expressa a simplicidade com que esta proposta experimental é caracterizada, gerando retorno satisfatório do caminho metodológico traçado.



**Figura 3.** Avaliação da facilidade de compreensão do experimento pelos participantes.

Em termoquímica é muito comum erros conceituais envolvendo reações e processos químicos, que dificultam a aprendizagem deste assunto (COELHO et al., 2017). Todas as reações termoquímicas podem ser consideradas um processo, todavia, nem todo o processo termoquímico é uma reação. No caso deste trabalho, a diluição do cloreto de potássio não se caracteriza como uma reação de caráter endotérmico, mas sim um processo endotérmico.

Cardova et al. (2018) desenvolveram um audiômetro também baseado no microcontrolador Arduino UNO, com reconhecimento sonoro através do sintetizador de voz. Este componente, o conversor de voz, possui alto custo, o que tornaria o experimento proposto neste trabalho inviável de ser implementado em escolas com baixos recursos financeiros. Se for considerado que a escola ou o professor já possui um microcomputador, a somatória de reagentes, componentes eletrônicos e o arduino UNO, para a produção desta atividade, não ultrapassaria o valor de 50 reais.

Além disso, o sal utilizado na diluição pode ser recuperado por recristalização, o hidróxido de sódio e o ácido clorídrico, empregados na reação de neutralização podem ser substituídos por soda cáustica e removedor de cimento ou “água” de bateria, respectivamente. Com relação ao circuito, a fonte de tensão pode ser substituída por pilhas.

#### **4. CONCLUSÃO**

O experimento qualitativo de reconhecimento auditivo de reações/processos endotérmicos e exotérmicos destinado a deficientes visuais mostrou-se possível e com potencial para uma tecnologia assistiva. A simplicidade do circuito, facilidade de compreensão e execução, além do baixo custo, fazem esta proposta favorável para aplicação em escolas de ensino básico com alunos que possuem deficiência visual, oportunizando assim a experimentação e a inclusão no ensino de química.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BENITE, C. R. M. et al. Experimentação no Ensino de Química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado. **Química nova na escola**, v. 39, n. 3, p. 245-249, 2017.

BRASIL. Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 dez.1996.

CARDOVA et al. Audiothermometer: a thermometer for the inclusion of visually impaired students. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 2, p. e2505.1-e2505.4, 2018.

COELHO, S. C.; SILVA, L. T. P.; LESSA, B. K. A. B. Contextualização no ensino de termoquímica: um estudo dos conceitos de energia, calor, temperatura e calorias a partir do tema “alimentos”. In: VI Seminário nacional e II Seminário Internacional de Políticas Públicas, Gestão e Práxis educacional, 2017, Vitória da Consquista. **Anais...** v. 6, n. 6, p. 3514-3531, 2017.

CUNHA, S. R.; BRISTOT, L.; QUEVEDO, L. S.; DAROIT, L. Deficiência visual x habilidades auditivas: desempenho das habilidades do processamento auditivo central em deficientes visuais. **Distúrb Comum**, v. 3, n. 1, p. 60-71, 2018.

FERNANDES, T. C.; RUSSEIN, F. R. G. S.; DOMINGUES, R. C. P. R. Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial. **Química nova na escola**, v. 39, n. 2, p. 195-203, 2017.

GONÇALVES, F. P. et al. A Educação Inclusiva na Formação de Professores e no Ensino de Química: A Deficiência Visual em Debate. **Química nova na escola**, v. 35, n. 4, p. 264-271, 2013.

HONTANGAS, N.A. Puente, J.L.B. Atención a ladiversidad y desarrollo de procesos educativos inclusivos. **Prisma Social: revista de cienciasociales**, v.4, 2010.

LEONARDO, A. J. F.; MARTINS, D. R.; FIOLEAIS, C. Electric telegraphy in the pages of "O Instituto", Journal of Coimbra's Academy. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p. 2601.1-2601.12, 2009.

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

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Calor e Temperatura no Ensino de Termoquímica. **Química Nova na Escola**, n. 7, 1998.

NETO, W. O. **A química orgânica acessibilizada por meio de kits de modelo molecular adaptados**. 2014. 32p. Monografia (Licenciatura em Química), Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

RAPOSO, P. N.; MÓL, G. S. A diversidade para aprender conceitos científicos: a resignificação do ensino de ciências a partir do trabalho pedagógico com alunos cegos. In: SANTOS, W.L.P. e MALDANER, O.A. (Orgs.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí. p. 287-311, 2010.

RETONDO, C. G.; SILVA, G. M. Resignificando a formação de professores de química para educação especial e inclusiva: uma história de parcerias. **Química nova na escola**, n. 30, p. 27-33, 2008.

SILVA, T. N. C. **Deficiente visual: ensinando e aprendendo química através das tecnologias assistivas no ensino médio**. 2014. 112p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas), Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2014.

SILVA, V. G. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências**. 2016. 42p. Monografia (Licenciatura em Química), Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.

SUPALO, C. Techniques to enhance instructors' teaching effectiveness with chemistry students who are blind or visually impaired. **Journal of Chemical Education**, v. 82, p. 1513-1518, 2005.