



QUÍMICA PARA TODOS: EXPERIMENTOS MULTISSENSORIAIS PARA A EDUCAÇÃO INCLUSIVA

ALBA DENISE DE QUEIROZ FERREIRA; VENÂNCIO BONFIM-SILVA

RESUMO

Neste trabalho experimentos multissensoriais são exemplificados para contribuir com educação inclusiva e discutir a relação com os três níveis do conhecimento da Química. Foram selecionados experimentos que envolvem a medida de temperatura e a titulação ácido-base com tecnologias assistivas (TA), a reatividade química segura com reagentes alternativos para quantificação de substâncias com tato, audição e olfato, bem como a construção de materiais didáticos adaptados para o ensino e aprendizagem dos aspectos atômico-moleculares e simbólicos da Química para estudantes com deficiência visual (DV).

Palavras-chave: educação inclusiva, tecnologia assistiva, experimentos seguros, deficiência visual, triângulo de Johnstone.

1 INTRODUÇÃO

O estudo da Química na Educação Básica é, ao mesmo tempo, fascinante e desafiador. Fascinante porque descortina o mundo atômico e molecular da matéria por meio de uma linguagem simbólica, composta por representações do mundo real, porém em nível submicroscópico. É desafiador ao passo que exige dos estudantes graus de abstração dos quais eles ainda não estão acostumados, tornando essencial o papel dos professores nesse processo.

Nesse contexto, é válido considerar um ensino de Química que esteja apoiado nos três níveis de conhecimento químico, conhecido como “Triângulo de Johnstone”. O primeiro nível é o macroscópico (denominado de macro e tangível), no qual são observadas e mensuradas as propriedades gerais e específicas da matéria, como cor, odor, densidade entre outras. No segundo nível, o molecular e invisível, é requerido um nível de abstração considerável que garanta a apropriação de conceitos associados aos átomos, íons, moléculas e ligações químicas envolvidos numa construção imagética da matéria do ponto de vista submicroscópico. O terceiro nível, denominado de representacional, emprega a linguagem simbólica com fórmulas e equações na representação da substância e de suas transformações (Melo, 2015). A Química, enquanto ciência, se estruturada nesses três níveis do conhecimento, possibilita aos estudantes uma aprendizagem significativa.

Assim, a experimentação, essencial para o ensino da Química, fornece subsídios para as explicações dos fatos observados que estão na dependência do que ocorre no nível atômico-molecular e precisam ser descritos em uma linguagem simbólica única, a fim de que sejam interpretados e assimilados pelos estudantes. Desse modo, aprender a pensar nesses três níveis uma experimentação, é um dos propósitos do ensino da Química. Todavia, os recursos utilizados tanto no ensino quanto nas experimentações são majoritariamente visuais, limitando as fontes de informação para a aprendizagem dos educandos (Soler, 1999).

Soler (1999) explica que ao nos basearmos apenas nas fontes de informações visuais, tornamos a interpretação dos fatos enviesada, limitando a percepção do ambiente ao nosso redor ao que se vê. Por outro lado, a ampliação das fontes de informações por outras vias sensoriais,

traz benefícios quantitativos e qualitativos à aprendizagem dos estudantes, pois outros canais de informação se interconectam e contribuem para a construção de conceitos mais complexos e significativos.

A didática multissensorial descrita por Soler (1999) pode e deve ser empregada nos experimentos químicos na Educação Básica, tendo em vista uma Educação Inclusiva que alcance os estudantes com limitações físicas para as aulas práticas convencionais. Embora os experimentos de Química, em geral, requeiram o uso constante de habilidades visuais e a manipulação de vidrarias e instrumentos comuns a um laboratório escolar, a Declaração de Salamanca (1994) diz que, “Toda criança tem direito fundamental à educação, e deve ser dada a oportunidade de atingir e manter o nível adequado de aprendizagem”. Nesse contexto, os experimentos multissensoriais podem ser vistos como uma adaptação do que já é conhecido, para explorar outros sentidos como o tato e a audição quando há estudantes cegos ou com limitações visuais. Por outro lado, entende-se também que a educação multissensorial pode beneficiar os estudantes sem limitações físicas, pois a aprendizagem se torna ainda mais significativa para eles.

Para que se tenha um enfoque na valorização das potencialidades dos estudantes, como preconiza a Declaração de Salamanca, é fundamental o preparo dos professores para a aplicação da didática multissensorial. As Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química (Brasil, 2001) estabelecem que os futuros docentes devem atuar também como pesquisadores do ensino de Química e incorporar à sua prática recursos e metodologias que fomentem a aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido, a Resolução do CNE (Brasil, 2019), alinhada à BNCC (Brasil, 2018), incentiva a aplicação de metodologias que desenvolvam a autonomia dos estudantes, bem como a capacidade de investigar e avaliar criticamente situações sob o prisma científico.

Diante desse cenário, almejamos neste trabalho trazer exemplos de experimentação multissensorial que estejam relacionados ao tripé do conhecimento químico, o Triângulo de Johnstone, tocando nos conceitos de estrutura molecular, propriedades periódicas, termoquímica, ácidos e bases, reatividade e estequiometria de reações.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A abordagem da pesquisa-ação (Hunter, 2007) foi aplicada diante da identificação da necessidade de divulgar os experimentos multissensoriais, a adequação de material didático-pedagógico em um contexto multidisciplinar do Ciranda de Ideias da Unimes Virtual, que utiliza webconferências, para construção de reflexões por meio do diálogo entre docentes e discentes em busca de atitudes assertivas e positivas na educação. Os encontros são de 1 h semanais, com temas determinados e professores convidados e aberto à toda comunidade acadêmica da Unimes, incluindo os estudantes e docentes do curso de Licenciatura em Química.

Os experimentos foram selecionados da pesquisa bibliográfica sobre ensino de ciência e ensino de química, focando nos estudantes cegos ou com deficiência visual. Atividades manuais com materiais adaptados para explorar os conceitos químicos com o tato, audição ou olfato em contexto não formal e metodologia ativa com potencial de caráter inclusivo, foram considerados experimentação nesse estudo. Os critérios para selecionar os experimentos multissensoriais foram: 1) incluir ao menos um exemplo para os três níveis do conhecimento químico proposto por Johnstone; 2) ser experimento seguro e fácil para a educação básica; 3) evidenciar ideias centrais da química, como estrutura molecular, para construção do conhecimento sobre o nível particulado da matéria, propriedades periódicas, termoquímica, reatividade química com estequiometria, medidas em laboratório e quantificação de substâncias via titulação ácido-base.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embasadas na Declaração de Salamanca (1994), Fernandes, Hussein e Domingues (2017) ressaltam a importância de os recursos didáticos multissensoriais serem utilizados tanto para os alunos com deficiência visual quanto para os videntes. Para além dos conhecimentos curriculares da Química, a convivência dos demais estudantes com aqueles que possuem algum tipo de deficiência, favorece uma educação igualitária e uma aprendizagem que não é apenas científica, mas também sociocultural. A Figura 1 ilustra a relação da educação inclusiva com os conceitos da prática docente reflexiva (Freire, 2002).

Figura 1: Mapa conceitual da educação inclusiva para os estudantes com DV.



Fonte: autoria própria

Começar a experimentação com o tato usando modelos moleculares que podem ser construídos com bolas e varetas, pode facilitar o ensino do nível atômico- molecular que é o mais desafiador para ser entendido, mesmo para os estudantes videntes. De fato, nos experimentos multissensoriais com reações químicas foi observado que o nível submicroscópico é muito vago ou inexistente (FERNANDES, HUSSEIN, DOMINGUES, 2017).

Essa dimensão invisível do conhecimento químico tem potencial para contribuir com a integração dos estudantes com DV em uma classe regular. A proposta é construir modelos de moléculas de aromas conhecidos, como as que estão presentes no pão assado, relacionando com a linguagem simbólica das fórmulas e nomes, conforme ilustrado na Figura 2.

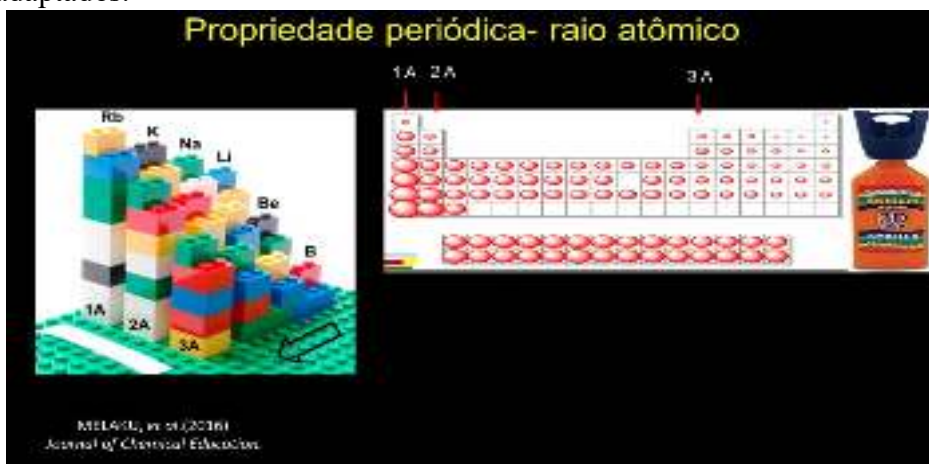
Figura 2: Atividade sugestiva para explorar conceitos com tato e olfato nos três níveis do conhecimento da Química.



Fonte: autoria própria

Com o tato é possível explorar os conceitos de tabela periódica que estão na Figura 3 usando as representações das magnitudes das propriedades periódicas, que podem ser colocadas em alto relevo com a cola 3 D. O uso de blocos de construção (por exemplo, LEGO) é uma alternativa para o ensino e aprendizagem desses conceitos da Química no ensino médio (MELAKU et al, 2016). Esta atividade é sugerida para ambientes não formais, pois apresenta uma característica lúdica e de metodologia ativa.

Figura 3: A variação do raio atômico dos elementos apresentada com recursos didáticos adaptados.



Fonte: autoria própria.

Os recursos de tecnologias assistivas são adequados para experimentação multissensorial. Para a identificação de processos termoquímicos, como o circuito de baixo custo para identificação de processos termoquímicos pelo reconhecimento auditivo de código Morse (GOMES, COSTA e FERNANDES, 2019). O termômetro vocalizado aplicado para a extração do café, proporcionou maior autonomia no acompanhamento da temperatura com o uso da audição, tato e olfato (BENITE, et. al, 2017). Para medidas de pH, foi proposta uma tecnologia assistiva que relaciona os valores de pH de 0 a 12 com notas musicais. Este experimento foi desafiador para os participantes, mas pode ser considerado uma oportunidade de inclusão de estudantes DV em procedimentos essenciais de Química (COSTA, GOMES e FERNANDES, 2019).

Com respeito às medidas de quantificação envolvendo os conceitos de variação de pH, os procedimentos de titulação são úteis na quantificação de substâncias ácidas ou básicas. Porém, nos experimentos convencionais utiliza-se indicadores visuais que indicam o fim da reação. Para contornar essa limitação os procedimentos podem ser adaptados usando os indicadores olfativos como a cebola (WOOD e EDDY, 1996). Por outro lado, com uma tecnologia assistiva, o mesmo procedimento de quantificação pode ser realizado com um aplicativo de celular que vibra e imite um som indicativo do ponto final da reação, permitindo a participação dos estudantes daltônicos e com DV nos experimentos de titulação, uma das práticas mais recorrentes nos laboratórios didáticos de Química (BANDYOPADHYAY e RATHOD, 2017).

Em termos de experimentos seguros para o ensino de reatividade química, os três exemplos identificados são: a quantificação de ácido cítrico em suco de limão com bicarbonato de sódio e bala mentos, a produção do etanol via a fermentação do açúcar e a produção das cápsulas de alginato de cálcio. O primeiro experimento não precisa de vidraria convencional de laboratório e a bala Mentos foi útil para acelerar a liberação de CO₂, que indica o início e o fim da reação através do tato e audição (NGUYEN, et al. 2022). No caso

da fermentação, o experimento pode ser realizado em garrafas plásticas, fechadas com balões de borracha que inflam de acordo com produção do CO₂. (SLA, et al., 2009). Esse sistema é ideal para o ensino de reatividade e estequiometria via tato e olfato. Com respeito as cápsulas de alginato de cálcio, a ideia é discutir a diferença entre transformação física e química da matéria com o tato, manipulando um biopolímero e soluções aquosas seguras. (CORCORAN et al., 2021).

4 CONCLUSÃO

A experimentação nas aulas de química e ciências podem ser vivenciadas com materiais didáticos adaptados como modelos moleculares com bolas e varetas, tabela periódica e propriedades periódicas com cola 3D ou blocos de construção. Os processos termoquímicos podem ser monitorados com TA, como com um sensor de temperatura com código Morse e o termômetro vocalizado. As quantificações via titulação ácido base permitem a detecção do ponto final da reação com a audição e tato via um aplicativo para celular ou se envolver a liberação de CO₂, esse gás serve como indicador da reação. A fermentação do açúcar em um sistema simples e fechado permite a elaboração de experimentos de reatividade e estequiometria, sendo que o encapsulamento do cálcio pode abrir a discussão através do tato sobre a diferença entre transformações físicas e químicas. Na perspectiva dos três níveis do conhecimento químico, as atividades com modelos moleculares tocam na dimensão invisível dos átomos e moléculas através do tato; as medidas de temperatura, de pH e a quantificação via titulação com som e vibração do celular, os experimentos de fermentação e titulação olfativa ou com a liberação de CO₂, bem como a formação de cápsulas com o alginato de cálcio, tocam na dimensão macroscópica via tato e olfato. O nível simbólico pode ser explorado com a tabela periódica em alto relevo com cola 3D ou com os blocos de construção tipo LEGO. Esses resultados sugerem que a educação inclusiva pode ser enriquecida com metodologias ativas e experimentos, conectando nas três dimensões do conhecimento da Química com tato, olfato e audição.

REFERÊNCIAS

BANDYOPADHYAY, Subhajit; RATHOD, Balraj B. The sound and feel of titrations: A smartphone aid for color-blind and visually impaired students. 2017.

BENITE, C. R. M., et al. A experimentação no Ensino de Química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado. **Quím. nova esc.** São Paulo, vol. 39, nº 3, p. 245-249, 2017. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160081>

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular – BNCC. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018a. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf.

BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química. Parecer CES/CNE 1.303/2001, homologação publicada no DOU 07/12/2001, Seção 1, p. 25.

BRASIL. Resolução CNE/CP, nº 02, de 20 de dezembro de 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12991>.

CORCORAN, Emma R. et al. Thirst for a solution: Alginate biopolymer experiments for the middle and high school classroom. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 2, p. 1021-

1025, 2021.

DECLARAÇÃO DE SALAMANCA: Sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais, Salamanca, Espanha, 1994.

FERNANDES, T. C.; HUSSEIN, F. R. G. S.; DOMINGUES, R. C. P. R. Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial. **Quím. nova esc.**, vol. 39, v. 2, p. 195-203, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160076>.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

GOMES, V. V.; COSTA, S. C.; FERNANDES, J. C. B. Ouvindo o calor: um experimento para o ensino de termoquímica à deficientes visuais. **Educação no Século XXI (Volume 46): Neuroeducação e Arte**. Belo Horizonte: Poisson, 2019. DOI: 10.36229/978-85-7042-178-4.CAP.11.

HERRERO, A. et al. Inclusive chemistry laboratory practices with no barriers for blind and visually impaired students. In: **EDULEARN20 Proceedings: 12th International Conference on Education and New Learning Technologies** Online Conference. 6-7 July, 2020. IATED Academy, 2020. p. 7471-7480.

HUNTER, W. J. F. (2007) **Action research as a framework for science education research**. In: The theoretical frameworks for research in chemistry/science education. Prentice Hall, 146- 164.

MELAKU, Samuel et al. Interlocking toy building blocks as hands-on learning modules for blind and visually impaired chemistry students. **Journal of chemical education**, v. 93, n. 6, p. 1049-1055, 2016.

MELO, M. S. de. A transição entre os níveis - macroscópico, submicroscópico e representacional: uma proposta metodológica. 2015. [134] f., il. **Dissertação** (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

NGUYEN, Jennifer et al. A Simple At-Home Titration: Quantifying Citric Acid in Lemon Juice with Baking Soda and Mentos. **Journal of Chemical Education**, v. 100, n. 2, p. 739-744, 2022.

SLAA, J.; GNODE, M.; ELSE, H. Yeast and fermentation: the optimal temperature. **Journal of Organic Chemistry**, v. 134, n. 1, 2009.

SOLER, M. A. **Didáctica multisensorial de las ciencias**: Un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión. Barcelona: Paidós, 1999.
WOOD, John T.; EDDY, Roberta M. Olfactory Titration. **Journal of Chemical Education**, v. 73, n. 3, p. 257, 1996.