



INVESTIGAÇÃO E INCLUSÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: O POTENCIAL DA IMPRESSÃO 3D EM SALA DE AULA

Alessandra Consuegra Galdino¹
Glaucia Paloma Duarte dos Santos²
Evelyn Jeniffer de Lima Toledo³
Khalil Oliveira Portugal⁴

RESUMO

Este artigo apresenta uma atividade realizada em uma escola pública do Distrito Federal, com o objetivo de analisar como a tecnologia de impressão 3D pode atuar como ferramenta de inclusão em uma sala de aula com um estudante com deficiência visual. Trata-se de um relato de experiência a partir de uma atividade teórico-prática desenvolvida em um grupo de estudantes da primeira série do Ensino Médio. A produção de moléculas em impressão 3D, acompanhadas de peças para a resolução de um mistério, auxiliou no ensino de geometria molecular. Além disso, os estudantes foram desafiados a resolver enigmas para identificar as moléculas, trabalhando conteúdos como ligações químicas, geometria molecular e polaridade. Como resultados, constatou-se que o uso de recursos táteis favoreceu a aprendizagem dos conteúdos para todos os estudantes, especialmente, o estudante com deficiência visual.

Palavras-chave: Deficiência Visual. Educação Inclusiva. Impressora 3D. Ensino por Investigação.

INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (Brasil, 2008) consiste em um conjunto de ações em defesa de todos os estudantes compartilharem espaços, tempos e oportunidades de aprendizado. Assim, a escola deve adequar o currículo a fim de garantir a equidade no ensino.

¹ Mestranda no Curso de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília - UnB, [alessandra.aulas@email.com](mailto:alessandra aulas@email.com);

² Professora de Língua Portuguesa na Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal – SEEDF, glauciapaloma.ds@gmail.com;

³ Professor orientador, doutor, Instituto de Química, coautor1@email.com;

⁴ Professor orientador, doutor, Faculdade de Física, coautor2@email.com;



Desse modo, o direito à educação não significa apenas garantir o acesso dos estudantes à sala de aula, a qualidade do ensino e a igualdade de oportunidades também são fundamentais. O desafio de proporcionar educação de qualidade a todos é complexo, sendo intensificado quando se está diante de uma sala com estudantes com necessidades educacionais especiais diversas.

Em escolas inclusivas, é necessário acolher as necessidades específicas de todos os estudantes (Guijarro, 2005). Essa atitude, afirmada na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, nos Artigos 58 a 60, que tratam da educação especial, definida como “a modalidade de educação escolar oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação” (Brasil, 1996). O Inciso I do Artigo 59, em específico, assegura que os estudantes com deficiência devem ter currículos, técnicas, métodos e recursos educativos para garantir a aprendizagem. A Base Nacional Comum Curricular, por sua vez, aponta, como uma Competência Geral da Educação Básica, o objetivo de “colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva” (Brasil, 2018).

Por meio da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Brasil, 2015), almeja-se assegurar a inclusão social de pessoas com deficiência em todos os âmbitos da sociedade, inclusive no processo educacional. Tal normativa afirma que o sistema deve se aprimorar buscando recursos e técnicas que garantam a acessibilidade e o acesso dos estudantes com deficiência. Nesse documento, as tecnologias assistivas são citadas em diversos momentos como maneiras de auxiliar a pessoa com deficiência em seu pleno desenvolvimento e alcance da cidadania. Dessa forma, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) são aliadas da educação inclusiva.

As TDICs abrangem uma série de equipamentos, programas e mídias que, caso utilizadas para tal propósito, podem promover uma educação mais flexível e adaptável às necessidades de cada estudante (Leite, 2015). Tais recursos podem ser utilizados no ensino de química, que apresenta um grande grau de abstração e conceitos os quais são frequentemente visualizados, o que representa um obstáculo para alunos com deficiência visual. (Bertalli, 2010; Razuck, 2011)

Diante desse cenário, este artigo busca descrever e refletir sobre a experiência vivida durante a atividade investigativa realizada no Centro de Ensino Médio 02 da Ceilândia, uma



Região Administrativa do Distrito Federal. Essa prática ocorreu durante as aulas de química com estudantes da primeira série do Ensino Médio e buscou enfrentar os desafios de ensinar geometria molecular e demais conceitos para um grupo com um estudante com deficiência visual, contando com o auxílio de tecnologias como a impressora 3D.

METODOLOGIA

Um relato de experiência (RE) descreve uma prática visando a discussão de assuntos relevantes para determinada área e o progresso do conhecimento. Esse processo demanda, além da descrição da atividade, a reflexão crítica aliada ao saber científico (Mussi; Flores; Almeida, 2021). O presente RE é resultado da Atividade Investigativa desenvolvida em uma escola pública do Distrito Federal com estudantes que cursam a primeira série do Ensino Médio.

A ação surgiu da necessidade de produzir materiais pedagógicos que auxiliassem os estudantes na compreensão dos conceitos relacionados à geometria molecular, em especial, o estudante com deficiência visual (DV). Com isso, iniciou-se o planejamento de atividades investigativas que possuísem recursos adequados e nesse processo surgiu a história denominada Molécula Misteriosa.

A história se inicia com a morte da Avó Estela, uma simpática senhora que dedicou sua vida ao conhecimento científico e deixou, em seu testamento, para seu neto um último enigma. Para desvendar o mistério, seu neto precisa descobrir propriedades das moléculas como tipo de geometria, polaridade, quantidade de átomos, fórmula molecular e utilização na sociedade.

O período de planejamento envolveu a criação do enredo, escrita e transcrição das cartas para Braille, modelagem e impressão das moléculas 3D, produção e impressão das peças do enigma e produção da herança: cofre com moedas simbólicas de chocolate. Ao final do planejamento, um grupo de alunos foi convidado a realizar uma atividade sem a atribuição de notas ou menções, apenas pelo prazer de aprender.

O uso de TDICs esteve presente em todo o planejamento. As imagens da Avó Estela foram criadas com o uso de ChatGPT (GPT-5). As peças do enigma foram produzidas no Canva (plataforma de Designer Gráfico que viabiliza a criação e edição de diferentes formas de conteúdos). Parte do enigma demanda que os alunos organizem as peças em posições corretas, o que só é possível se entenderem os principais conceitos de geometria molecular de



moléculas

como metano (CH_4), gás oxigênio (O_2), água (H_2O), gás carbônico (CO_2) e ácido clorídrico (HCl). Caso o aluno vire as cartas, ele descobre o número que abre o cofre com a herança deixada pela sua ancestral. A figura 1 ilustra a imagem da Avó Estela, seguida de peças do enigma e o número visualizado caso todas as cartas estejam em ordem correta:

Figura 1: Vó Estela produzida do IA e cartas do enigma

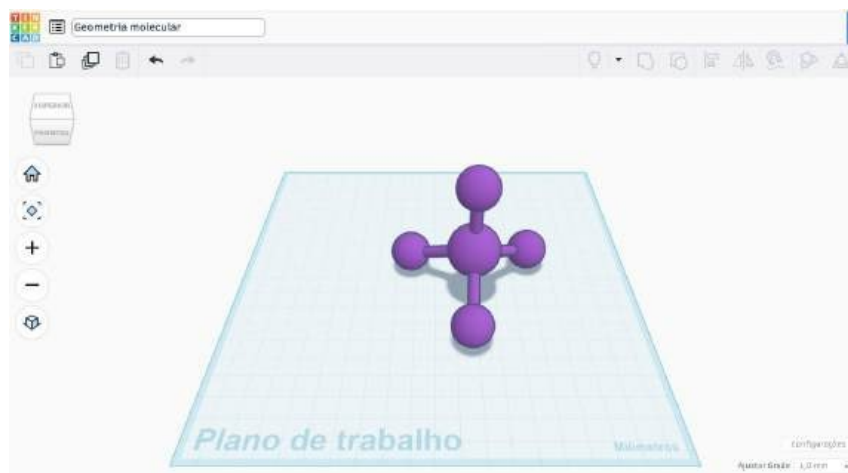


Fonte: Produzida pelos autores

A compreensão acerca da geometria molecular e a visualização em três dimensões por todos, inclusive pelo estudante DV, foi auxiliada pelas moléculas confeccionadas em impressão 3D. Além das moléculas em questão, os estudantes tiveram acesso a outros artefatos impressos que auxiliaram a compreensão dos conceitos de química.

As impressões 3D foram modeladas no Tinkercad (ferramenta que permite a criação e reutilização de modelos 3D) (Figura 2). Entre suas vantagens está o fato de ser online, gratuito e ser acessado a partir de qualquer navegador, além de ser uma plataforma intuitiva. Assim, pessoas que não dominam modelagem 3D conseguem criar novos objetos (Peres *et al.*, 2021).

Figura 2: Molécula de Metano projetada no software Tinkercad



Fonte: produzida pelos autores

Em seguida, o processo de fatiamento (transformação do modelo 3D em instruções que a impressora consegue entender e executar) foi feito no *Software* denominado *Ultimaker Cura*.

Após a confecção dos materiais, um grupo de estudantes foi convidado para participar da atividade investigativa. Parte do que os estudantes deveriam executar estava transcrito em Braille no “testamento” da Avó Estela e as discussões dos estudantes possibilitaram a compreensão sobre as outras etapas que deveriam ser realizadas. Os professores envolvidos poderiam auxiliar na compreensão de conceitos da química, mas toda a resolução foi feita pelo grupo de estudantes.

Ao final da atividade, os alunos foram entrevistados acerca da experiência vivenciada. Eles foram questionados sobre as estratégias utilizadas para decifrar o enigma, a importância das estruturas 3D e a experiência de estudar em uma sala de aula inclusiva.

REFERENCIAL TEÓRICO

Ao longo da história, pessoas com deficiência foram rotuladas como incapazes de realizarem atividades convencionais, como a inserção em escolas e mercado de trabalho, em sociedade. Atualmente, leis específicas asseguram que suas garantias, como o direito à educação, sejam respeitadas (Toledo; Riz 2021). A partir das orientações contidas na Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (2007), os alunos com necessidades educacionais especiais passaram a ser matriculados em escolas regulares. Esse e



outros documentos normativos (Brasil, 2007; Brasil, 2008; Brasil, 2015; Brasil, 2018), asseguram o direito dos alunos com Deficiência Visual.

A acuidade visual do estudante DV pode ser leve, moderada ou total, o que acarreta peculiaridades no processo de aprendizagem. Essas especificidades devem ser pensadas na adequação curricular, pois o estudante cego deve utilizar os demais sentidos para aprender e alcançar resultados iguais aos demais estudantes (Razuck, 2011). Em relação à leitura e escrita para cegos, o Sistema Braille foi inventado na França por Louis Braille, um jovem francês cego. Neste sistema, os caracteres são representados por pontos em relevo em uma cela Braille, que é a unidade básica de leitura e escrita usada por pessoas com DV. Dessa maneira, cada cela Braille é formada por seis pontos em relevo, que são organizados em uma matriz de duas colunas por seis linhas, a partir desses pontos em relevo é possível fazer 63 combinações que podem representar letras simples e acentuadas, pontuações, algarismos, sinais algébricos e notas musicais (Lemos, 2014). Além do uso do Braille para ampliar as experiências de leitura e de escrita, o aluno DV necessita de adaptações de materiais e procedimentos didáticos em outras áreas do conhecimento.

A química – ciência que investiga a constituição e as transformações da matéria – funciona em três níveis. O nível macroscópico investiga as propriedades visíveis dos objetos, o nível microscópico interpreta a organização dos átomos e, por fim, o nível simbólico, que descreve os fenômenos por meio de linguagem específica: de símbolos, gráficos, fórmulas e equações (Atkins; Jones; Laverman, 2018). Tais níveis podem apresentar diversos obstáculos para a aprendizagem dos estudantes, isso também ocorre com alunos DV. Como exemplo do nível macroscópico, Benite *et al.* (2017, p. 245) afirmam que as práticas em química “geram informações que socialmente são obtidas pela visão, como as mudanças de cores nas titulações, as pesagens de solutos e a visualização de volumes de solventes”.

O ensino de geometria molecular – maneira como os átomos se organizam no espaço em uma molécula – auxilia na compreensão das propriedades físicas e químicas dos compostos (Atkins; Jones; Laverman, 2018; Silva; Correia, 2024). Bertalli (2010) indica que o ensino de geometria, mesmo em matemática, costuma ser apresentado com modelos bidimensionais, isso continua a ocorrer no ensino de química e prejudica a visualização de modelos geométricos tridimensionais. Outros problemas são citados como a natureza abstrata e os erros conceituais



que permeiam questões como ligações químicas e repulsão eletrônica, prejudicando a compreensão da geometria molecular (Silva; Correia, 2024).

Apesar das intempéries, a falta da visão não danifica a capacidade intelectual e cognitiva, entende-se que os alunos cegos têm o mesmo potencial de aprendizagem, podendo, inclusive, demonstrar um desempenho escolar equivalente ou superior ao de alunos que enxergam, mediante condições e recursos adequados. Com isso, entende-se que os materiais didáticos adequados são necessários em todas as etapas da Educação Básica (Raposo, 2005; Razuck, 2011). Neste contexto, as impressoras 3D podem contribuir pois viabilizam a prototipação rápida de objetos personalizáveis, isso possibilita que os professores consigam construir seus próprios materiais (Onisaki, 2024).

Uma impressora 3D é uma máquina que utiliza modelos digitais tridimensionais tratados para transformá-los em réplicas reais. Apesar de existirem impressoras 3D que utilizam diversos materiais, as mais comuns são as que constroem objetos a partir de materiais termoplásticos. Essa máquina derrete um filamento e o deposita através de um bico extrusor em diversas camadas que resultam em um objeto tridimensional (Onisaki; Vieira, 2019; Peres *et al.*, 2021).

Os artefatos 3D foram parte de uma atividade investigativa, que envolve ações impulsionadas por um problema para que os estudantes resolvam, tal atividade oferece condições para que eles pensem e trabalhem com as variáveis importantes do fenômeno central (Carvalho, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultados, constatou-se que a atividade “Molécula Misteriosa” é uma estratégia pedagógica eficaz e inclusiva, demonstrando que a construção de objetos com o uso da impressora 3D pode promover o acesso de estudantes com deficiência visual ao ensino de Química. A materialização de conceitos abstratos por meio de modelos táteis tridimensionais permitiu a compreensão de conteúdos tradicionalmente ensinados de forma visual, como a geometria molecular e as ligações químicas (Benite *et al.*, 2017).

Conforme apontado por Razuck (2011), a deficiência visual não impede o desenvolvimento cognitivo; o que se exige são metodologias e recursos adequados. Nesse sentido, a impressão 3D se mostrou uma tecnologia assistiva potente, proporcionando ao estudante uma via sensorial alternativa para construção do conhecimento.

Para tanto, a inclusão de elementos como o teste transcrito em Braille e a criação de uma narrativa lúdica envolvendo enigmas tornaram a atividade ainda mais acessível e motivadora. A história da “Vó Estela”, aliada à sequência de desafios investigativos, favoreceu a concentração e o engajamento dos alunos, especialmente do estudante com deficiência visual, que demonstrou entusiasmo, autonomia e participação ativa na resolução dos enigmas. Isso corrobora com o que afirmam Guijarro (2005) e Raposo (2005), ao defenderem que a qualidade da educação inclusiva está diretamente ligada à capacidade de a escola adaptar métodos, recursos e estratégias de ensino às necessidades dos estudantes.

Outro aspecto relevante da experiência foi sua capacidade de beneficiar não apenas o estudante com deficiência visual, mas também alunos com diferentes estilos de aprendizagem. A proposta desafiadora e criativa permitiu que todos os estudantes desenvolvessem competências cognitivas importantes, como raciocínio lógico, cooperação e resolução de problemas, validando o potencial das TDICs como ferramentas não apenas compensatórias, mas também enriquecedoras do currículo (Toledo Rizzatti, 2021).

Imagens 1, 2 e 3: Estudantes na atividade Investigativa



FONTE: Arquivo pessoal dos autores



A atividade foi realizada com um grupo pequeno estudantes e demandou recursos para a impressão de peças e dos modelos em três dimensões. Tal situação pode ser difícil de ser replicada em escolas onde as salas estejam lotadas ou onde recursos para impressões coloridas ou em três dimensões estejam indisponíveis. É possível que adaptações sejam feitas como a construção de modelos alternativos com materiais feitos de isopor ou massas de modelar, no entanto, é importante utilizar sentidos além da visão.

Após as entrevistas, a resposta dos alunos indicou que os artefatos foram essenciais para resolver o enigma, pois, através das estruturas foi possível verificar os tipos de ligações, diferenças de geometria e quantidade de átomos presentes nas estruturas. A importância do modelo físico foi citado pelos alunos videntes e pelo estudante DV. Fato que corrobora a ideia de que a passagem de modelos bidimensionais para modelos tridimensionais é importante para todos os alunos e facilita o processo de aprendizagem.

Além disso, os alunos mencionaram que a participação de um estudante com necessidades educacionais especiais não causou percalços na investigação, ao contrário, mostraram que o estudante teve contribuições muito úteis durante o processo. Isso mostra que atividades que utilizem outros sentidos podem facilitar o processo inclusivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade “Molécula Misteriosa” evidenciou o potencial da impressora 3D como um recurso pedagógico inclusivo, capaz de transformar conceitos abstratos da Química em experiências táteis acessíveis. Assim, ao permitir a manipulação de modelos moleculares por meio do tato, essa tecnologia viabilizou a compreensão dos estudantes, o que favoreceu a aprendizagem do estudante DV e ampliou o engajamento de toda a turma.

A proposta também reforça a potência das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no contexto educacional, especialmente quando aliadas a metodologias criativas e sensíveis à diversidade dos estudantes. A atividade promoveu não apenas a inclusão, mas também o protagonismo dos estudantes, ao permitir que todos participassem da investigação científica de forma colaborativa e prazerosa. Trata-se de uma experiência que evidencia como a inovação pode caminhar lado a lado com a equidade no ensino.



Entretanto, para que iniciativas como essa se tornem parte da prática docente cotidiana, é necessário investir na formação dos profissionais da educação. O domínio de tecnologias como a impressão 3D, aliado a uma postura pedagógica inclusiva, exige capacitação, tempo para planejamento e apoio institucional. Logo, o investimento em formação inicial e continuada é imprescindível. Espera-se, com a publicação deste relato, que os recursos de impressão 3D sejam cada vez mais popularizados, tanto na educação regular, quanto na educação inclusiva, a fim de tornar o ensino inclusivo.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Porto Alegre: Bookman, 2018.

BENITE, C. R. M. et al. A experimentação no ensino de química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 3, p. 245-249, 2017.

BERTALLI, J. G. Ensino de geometria molecular para alunos com e sem deficiência visual por meio de modelo atômico alternativo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA – ENEQ, 15., 2010, Brasília. **Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química**. Brasília: Universidade de Brasília, 2010. Disponível em: <https://www.eneq2010.unb.br/anais/trabalhos/bertalli.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

_____. **Estatuto da Pessoa com Deficiência**. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Brasília, 2015.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 1996.

_____. Ministério da Educação – Secretaria de Educação Especial (SEESP). **Política nacional de educação especial na perspectiva da educação inclusiva**. Brasília: MEC, 2008.



CARVALHO, A. M. P. de et al. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. de (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-19.

DA SILVA, K. S.; CORREIA, P. R. M. Ensino e aprendizagem de geometria molecular: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 10, n. 3, p. 68-89, 2024.

DOMINGOS, J. C. Relatos de experiencia, en busca de un saber pedagógico. *Revista Brasileira de Pesquisa (Auto)biográfica*, v. 1, n. 1, p. 14-30, 2016. DOI: 10.31892/rbpab2525-426X.2016.v1.n1.p14-30. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/rbpab/article/view/2518> . Acesso em: 6 ago. 2025.

GUIJARRO, M. R. B. Ensaio pedagógicos: construindo escolas inclusivas. Brasília: SEESP, 2005.

LEITE, B. S. Tecnologia no ensino de química: teoria e prática na formação docente. Curitiba: Appris, 2015.

LEMO, E. R.; CERQUEIRA, J. B. O sistema Braille no Brasil. Rio de Janeiro: Benjamin Constant, 2014.

MUSSI, R. F. F.; FLORES, F. F.; ALMEIDA, C. B. de. Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico. *Revista Práxis Educacional*, v. 17, n. 48, p. 60-77, 2021.

ONISAKI, H. H. C.; VIEIRA, R. M. de B. Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. **Educitec – Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 5, n. 10, 2019.

PERES, A.; BERTAGNOLLI, S. de C.; OKUYAMA, F. Y. Fabricação digital em espaços criativos educacionais. Pimenta Cultural, 2021.



RAPOSO, P. N.; CARVALHO, E. N. S. de. Inclusão de alunos com deficiência visual. In: SORRI BRASIL (Org.). **Ensaio pedagógico: construindo escolas inclusivas**. Brasília: MEC/SEESP, 2005. v. 1, p. 140-144.

RAZUCK, R. C. S. R.; GUIMARÃES, L. B.; ROTTA, J. C. O ensino de modelos atômicos a deficientes visuais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC, 8., 2011, Campinas. **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Campinas: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2011. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0048-1.pdf Acesso em: 7 ago. 2025.

TOLEDO, K. C.; RIZZATTI, I. M. Modelos atômicos e a impressora 3D: proposta para a inclusão de alunos deficientes visuais no ensino de química. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 2, 2021.