

**A TABELA PERIÓDICA COMO TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA ALUNOS
COM DEFICIÊNCIA VISUAL****THE PERIODIC TABLE AS ASSISTIVE TECHNOLOGY FOR VISUALLY
IMPAIRED STUDENTS****LA TABLA PERIÓDICA COMO TECNOLOGÍA DE APOYO PARA
ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL****José Jefferson de Oliveira Confessor¹; Paulo Ivo Silva de Medeiros²**

¹ Especialista em Educação Inclusiva, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Natal-Zona Leste, Natal/RN, Brasil. Email: jefferson-oliveira_@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8713-3276>

² Mestre em Ecologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Natal-Zona Leste, Natal/RN, Brasil. Email: prof.pauloivosm@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7036-7535>

RESUMO

Alunos com deficiência visual (cegueira ou baixa visão) necessitam de metodologias adaptadas para que melhor consigam assimilar e aprender os conteúdos propostos. Assim, este trabalho investigou as necessidades educacionais de um aluno com cegueira do 9º ano do ensino fundamental e analisou uma metodologia para o ensino e a compreensão de conteúdos introdutórios da tabela periódica para toda a turma do aluno. Foi 1) aplicado um pré-teste com a finalidade de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática; 2) em seguida foi trabalhado o conteúdo didático com os conceitos mais fundamentais de introdução a tabela periódica; 3) foi produzido um protótipo de uma tabela periódica com os recursos disponíveis na escola; e 4) feito um pós-teste para comparação com os conhecimentos prévios e verificação se houve aprendizagem significativa a curto prazo. Estatisticamente, o resultado do teste foi altamente significativo ($p < 0,001$), mostrando evolução das notas entre o pré e pós-teste, e os alunos com e sem deficiência foram bem receptivos quanto à metodologia e interação propostos; o que mostra a importância de uma metodologia que aumente a interação de todos os estudantes. Todavia, fica claro e evidente que novas adaptações precisam ser testadas, inclusive com outros conteúdos e abordagens, considerando também a aprendizagem a longo prazo. O dia a dia escolar é bem desafiador, requerendo dos docentes criatividade, sensibilidade e estratégias para envolver os estudantes com necessidades educacionais no processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: ensino de química; metodologias ativas; cegueira; educação inclusiva; educação especial.

ABSTRACT

Students with visual impairments (blindness or low sight) need adapted methodologies so that they can better assimilate and learn the proposed contents. Thus, this work investigated the educational needs of a blind student in the 9th grade of elementary school and analyzed a methodology for teaching and understanding the introductory contents of the periodic table to the student's entire class. It was 1) a pre-test applied in order to assess the students' previous knowledge on the subject; 2) then the didactic content was applied with the most fundamental

concepts of introduction to the periodic table; 3) a prototype of a periodic table was created using the resources available at the school; 4) a post-test was administered to compare it with prior knowledge and determine whether significant learning had taken place in the short term. Statistically, the test results were highly significant ($p < 0.001$), showing an improvement in scores between the pre-test and post-test, and students with and without disabilities were very receptive to the proposed methodology and interaction; this highlights the importance of a methodology that increases interaction among all students. However, it is clear and evident that new approaches need to be tested, including different content and methods, while also considering long-term learning. The day-to-day school experience is quite challenging, requiring teachers to demonstrate creativity, sensitivity, and strategies to engage students with special educational needs in the teaching and learning process.

Keywords: chemistry teaching; active methodologies; blindness; inclusive education; special education.

RESUMEN

Los alumnos con discapacidad visual (ceguera o baja visión) necesitan metodologías adaptadas para poder asimilar y aprender mejor los contenidos propuestos. Por lo tanto, este trabajo investigó las necesidades educativas de un alumno ciego de 9.º grado de la enseñanza básica y analizó una metodología para la enseñanza y la comprensión de los contenidos introductorios de la tabla periódica para toda la clase del alumno. Se aplicó 1) una prueba previa con el fin de evaluar los conocimientos previos de los alumnos sobre el tema; 2) a continuación, se trabajó el contenido didáctico con los conceptos más fundamentales de introducción a la tabla periódica; 3) se elaboró un prototipo de tabla periódica con los recursos disponibles en la escuela; y 4) se realizó una prueba posterior para compararla con los conocimientos previos y comprobar si se había producido un aprendizaje significativo a corto plazo. Desde el punto de vista estadístico, el resultado de la prueba fue muy significativo ($p < 0,001$), lo que puso de manifiesto una mejora en las calificaciones entre la prueba previa y la posterior; además, tanto los alumnos con discapacidad como los que no la tenían se mostraron muy receptivos a la metodología y la interacción propuestas, lo que pone de manifiesto la importancia de una metodología que fomente la interacción de todos los alumnos. Sin embargo, queda claro y es evidente que es necesario poner a prueba nuevas adaptaciones, incluso con otros contenidos y enfoques, teniendo en cuenta también el aprendizaje a largo plazo. El día a día en la escuela es todo un reto, ya que exige a los docentes creatividad, sensibilidad y estrategias para involucrar a los alumnos con necesidades educativas especiales en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Palabras clave: enseñanza de química; metodologías activas; ceguera; educación inclusiva; educación especial.

INTRODUÇÃO

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB n° 9394/96 (BRASIL, 1996) em seu art. 58, conceitua educação especial como “a modalidade de educação oferecida na rede regular para discentes com deficiência, transtornos globais, superdotação ou altas habilidades”. O Brasil já tem evoluído e organizado as políticas de inclusão desde a Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), a qual torna a Educação um direito de todos e por consequência um dever do Estado. É importante apontar também que após a Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994), houve uma

significativa alteração na LDB com vista a melhoras ainda mais significativas a esses atendimentos, pois foi modificada e modernizada.

Tempos atrás as pessoas que apresentavam alguma deficiência eram coagidas a se afastarem não só dos ambientes escolares, mas de todo o convívio social (RAIMUNDO, 2020). Entretanto, devido às diversas mudanças que ocorreram na Educação referente à inclusão da pessoa com deficiência e também a criação da Declaração Universal dos Direitos Humanos (ONU, 1948), progressivamente se buscou métodos para inserir esses alunos no ambiente escolar (Decreto nº 186, de 09 de julho de 2008) (BRASIL, 2008).

A deficiência visual é conceituada como um “comprometimento do funcionamento visual, em ambos os olhos, que não pode ser sanado, por exemplo com o uso de óculos convencionais, lentes de contato ou cirurgias oftalmológicas” (DOMINGUES et al., 2010, p. 08). Essa deficiência pode ser causada desde enfermidades, traumatismo, hereditariedade ou disfunções do sistema visual, acarretando na “diminuição da acuidade visual, dificuldade para enxergar de perto e/ou de longe, campo visual reduzido, alterações na identificação de contrastes, na percepção de cores, entre outras alterações” (DOMINGUES et al., 2010, p. 08). Logo, pode ser interpretada como uma redução significativa ou até a perda total da capacidade de visualização de objetos pelo melhor olho e até mesmo após a melhor correção óptica (BRASIL, 1998; CONDE, 2016).

A deficiência visual é dividida em: baixa visão (ou visão subnormal), uma alteração da visão que decorre de vários fatores que podem ser isolados ou até associados, sendo eles: acuidade visual inferior, redução do campo de visão, alterações visuais aos contrastes que atrapalham ou até mesmo limitam o desempenho visual do indivíduo; entre outras capacidades (GIL, 2000; CONDE, 2016); e cegueira, uma situação adquirida ou congênita. Quando adquirida, o indivíduo possuirá memórias visuais que o auxiliam no processo de socialização e readaptação, por outro lado quem nasce com a ausência total da visão, jamais possuirá memórias visuais (GIL, 2000). A cegueira é definida pela perda integral da visão até a ausência de raios de luz (CONDE, 2016), é uma condição em que a pessoa acaba perdendo a visão totalmente, e nessa circunstância, só conseguirá perceber a luz que irradia sobre os seus olhos (BILL, 2017). A visão é caracterizada como um importante pré-requisito para desenvolver alguma atividade seja em âmbito pedagógico ou até profissional (CAMARGO, SCALVI & BRAGA, 2001). Além disso, importância do sentido visual para o homem é essencial,

pois segundo ele o olho é responsável direto por aproximadamente 80% do conhecimento humano (ROCHA, 1987).

Na escola, uma das disciplinas apresentadas na Educação Básica no Ensino Fundamental II, é a de Ciências, a qual compõe conteúdos de biologia, física e química, especialmente no 9º ano, e que, conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), possibilita aos alunos em sua formação científica, entender aspectos mais complexos das relações com as tecnologias, com o ambiente e até consigo mesmo (BRASIL, 2018, p. 343). Essa disciplina, por apresentar uma ampla gama de conteúdos introdutórios para o ensino médio, pode ser de difícil entendimento, sobretudo para alunos com Necessidades Educacionais Específicas (NEE).

No campo da Química, assim como em outros, é natural que haja dificuldades de adaptação de conteúdos para alunos com comprometimento visual. Na perspectiva de Raposo, Mól e Pires (2011), para o ensino de ciências/química a elaboração de recursos alternativos, ao ser didaticamente explorado por alunos com deficiência visual, propicia uma maior inclusão em que todos participam e aprendem juntos. Desse modo, diferentes metodologias podem contribuir nesse processo, como a utilização de jogos lúdicos proposta por Soares (2008) e o uso do braille em tabelas periódicas adaptadas (ver SILVA & STADLER, 2022). Segundo Santos (2015), a química experimental proporciona um maior protagonismo na aprendizagem dos alunos, desenvolvendo instrumentos, técnicas e métodos de ensino de química para que haja uma maior inclusão.

Vale enfatizar, que os métodos mais tradicionais de ensino não se justificam mais, pois o acesso à informação está mais facilitado e amplo ocasionado pelas tecnologias de informação e comunicação (TICs) (ALMEIDA, 2010). À exemplo, o sistema operacional “dosvox”, o qual permite que pessoas com deficiência visual utilizem um microcomputador, tecnologias da informação e comunicação que auxiliam no processo de aprendizagem, além de produções didáticas com materiais ditos de baixo custo que são classificados como tecnologia assistiva. Ambos contribuem para efetivar as condições de aprendizagem, pois os alunos com deficiência visual podem desenvolver suas habilidades e atividades junto aos videntes, desde que com estratégias e metodologias que equalizem e equiparem ambos, explorando suas habilidades sensoriais (VOOS & GONÇALVES, 2016).

Diante do exposto, neste relato de experiência, buscamos analisar as necessidades educacionais de uma pessoa com cegueira no conteúdo didático da

química e testamos uma metodologia empregada em sala de aula, com os recursos disponíveis na escola, para o ensino e compreensão de conteúdos introdutórios da tabela periódica, tendo esta como tecnologia assistiva para a pessoa com deficiência.

A PESSOA COM DEFICIÊNCIA

A Secretaria Especial dos Direitos humanos da Presidência da República brasileira, em 16 de novembro de 2006, instituiu o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) pela Portaria nº 142 (BRASIL, 2006). O CAT entende tecnologias assistivas como um campo do conhecimento, com características interdisciplinares, que com um conjunto de ferramentas e metodologias, objetiva garantir uma maior autonomia da pessoa com deficiência (BRASIL, 2009c). Logo, surgem como uma ferramenta emancipadora para um convívio social mais efetivo e fundamental na promoção dos Direitos Humanos, em que as pessoas com deficiências possuem a oportunidade de uma vida muito mais autônoma. Além disso (Decreto nº 5.296 de 02 de dezembro de 2004, em seu capítulo III das Condições Gerais da Acessibilidade, no seu art. 8º, para os fins de acessibilidade), é importante considerarmos como ajuda técnica “os produtos, instrumentos, equipamentos ou tecnologia adaptados ou especialmente projetados para melhorar a funcionalidade da pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida, favorecendo a autonomia pessoal, total ou assistida” (BRASIL, 2004).

Essa definição de tecnologia assistiva e ajuda técnica é complementada pela Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015, em seu capítulo I das Disposições Gerais, no seu art. 3º, inciso III, a qual aponta tecnologia assistiva ou ajuda técnica como:

produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (BRASIL, 2015).

O Decreto n.º 6.949, de 25 de agosto de 2009 (BRASIL, 2009a), em seu preâmbulo Convenção Sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, alínea e, destaca em seu preâmbulo que a deficiência é uma definição em evolução em que é resultado “da interação entre “pessoas com deficiência e barreiras” no ambiente que convivem impedindo a plena participação dessas pessoas na sociedade a qual convivem em “igualdade de oportunidades com as demais pessoas”. Dessa forma, uma pessoa com deficiência com o auxílio das tecnologias assistivas pode ter uma vida completamente

funcional e inclusiva na sociedade. A Lei nº 13.146/2015 (BRASIL, 2015) institui também as normativas de inclusão em que, para sua elaboração, leva em consideração dois atos normativos que acabam dando ensejo à referida legislação: a Constituição da República de 1988 e a Convenção da Organização das Nações Unidas que versa sobre os direitos das pessoas com deficiência.

Esta lei foi aprovada pelo Congresso Nacional, massificando a política de inclusão e dando publicidade ao Estatuto da Pessoa com Deficiência. Ademais, por convenção, é recomendado o uso da terminologia pessoa com deficiência, conforme estabelecido no Decreto Nº 6.949/2009 (BRASIL, 2009a), o qual “promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007”, e na Lei n.13.146/2015 (BRASIL, 2015).

Discentes com NEE são todos aqueles que apresentam alguma necessidade personalizada de atendimento para seu melhor progresso educacional (seja com ou sem deficiência) conforme o decreto nº 6.949/2009 o qual introduz a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e na mesma perspectiva regulamenta as diretrizes operacionais da educação especial para o Atendimento Educacional Especializado (AEE), explicitado no Quadro 1, na educação básica (BRASIL, 2009a):

Quadro 1: Tipos e definições sobre deficiência.

Público-alvo do AEE	Definição
Alunos com deficiência	Pessoas que possuem algum impedimento que de longo a curto prazo seja eles de natureza intelectual, física, mental ou sensorial, que em contato com diversas barreiras, podem atrapalhar sua participação plena e/ou efetiva em igualdade de condições com o coletivo.
Alunos com transtornos globais do desenvolvimento	São todos aqueles que apresentam níveis de alterações no desenvolvimento neuropsicomotor, comprometimento na comunicação, nas relações sociais ou até estereotipias motoras.
Alunos com altas habilidades/superdotação	Aqueles que apresentem um grande potencial e afinidade com as diversas áreas do conhecimento humano, tais como a acadêmica, intelectual, liderança, criatividade, etc.

Fonte: Autores, adaptado da Resolução nº 4, de 2 de Outubro de 2009 (BRASIL, 2009b).

Diante disso, interpretamos que uma Educação para a inclusão exige sobremaneira do educador, um perfil que considere a diferença não como um motivo preponderante para a exclusão, mas sim o contrário, isto é, como uma matéria-prima em que todo e qualquer educador/professor pode articular e produzir sua obra enquanto atua, junto a esses alunos que apresentam alguma deficiência ou não (LÜBECK & RODRIGUES, 2013; TORRES & MENDES, 2019). Dessa forma, é fundamental enquadrar uma definição sobre o real conceito de inclusão para, assim, conseguir de forma mais ampla enxergá-lo no contexto do ambiente educacional. Quanto à conceituação do termo inclusão escolar, Amiralian, (1997, p. 59), afirma que, “o uso da terminologia inclusão escolar é interpretado como um panorama imprescindível para uma compreensão completa do aluno com algum grau de deficiência, em que ele possa ser inserido, ou seja, passe a pertencer ao ambiente escolar”. Somente com a completa inclusão que se assegurará a integralidade da escola; ou seja, a escola será de fato completa e transformadora; uma escola Integrada e Inclusiva.

Em um debate mais amplo sobre o processo de inclusão da pessoa com deficiência nas Escolas, segundo Moreira (2006), é importante que fique claro que a temática da educação inclusiva é a aceitação das diferenças, não somente uma simples inserção em sala de aula. Cada vez mais é necessário que os educadores tenham uma formação mínima na área da Educação Inclusiva, como no AEE para que as práticas pedagógicas sejam mais acolhedoras a adaptadas a diferentes realidades, pois “o acesso de alunos com NEE nas escolas regulares reforça o direito a dignidade humana, o direito que toda criança tem e não deve ser negado” (RODRIGUES & MEDEIROS, 2023, p. 17). Além disso, o aluno deve ser protagonista de sua própria aprendizagem, contribuindo nas tomadas de decisões de sua formação (SOARES & MEDEIROS, 2022).

MATERIAIS E MÉTODOS

LOCAL DO ESTUDO E BREVE CARACTERIZAÇÃO DO GRUPO AMOSTRAL

Este relato aborda sobre uma experiência ocorrida em sala de aula na Escola Municipal João XXIII, localizado na cidade de Lagoa Nova, no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. A escola apresenta uma boa condição de acessibilidade arquitetônica, como rampas de acesso, banheiros adaptados para pessoas com deficiência e uma sala

de recursos multifuncionais onde são desenvolvidas atividades na sala de AEE, fazendo um acompanhamento individualizado dos alunos que apresentam algum grau de deficiência, obedecendo ao Decreto nº 7.611 de 17 de novembro de 2011 (BRASIL, 2011), que dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências.

O trabalho foi conduzido em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental com 24 alunos com faixa etária entre 14 e 19 anos (média de idade igual a 15,9 anos), dos quais 17 estavam comparecendo presencialmente; destes, oito do sexo masculino e nove do sexo feminino. A turma possuía um aluno com 18 anos de idade que possui cegueira adquirida, desenvolvendo os sintomas de comprometimento ótico a partir dos seis anos de idade. Aqui, o chamaremos pelo codinome de “Dmitri Mendeleev” (no intuito de resguardar a identidade do aluno com deficiência visual).

Durante o período deste trabalho, as aulas seguiam no formato remoto em função da pandemia SARS-COV-2 (Covid-19), mas de acordo com as normativas e orientações para um retorno de forma gradual e segura, houve o regresso das atividades no formato presencial. A volta às aulas ocorreu no formato híbrido, o qual foi facultativo para as aulas presenciais aos alunos. Assim, esta experiência ocorreu apenas com parte da turma que estava comparecendo às aulas presencialmente.

PROPOSTA DIDÁTICA

Foi proposta uma abordagem diferenciada de uma aula sobre Tabela Periódica com conceitos relacionados a ordem crescente de número atômico e raio atômico. Os alunos produziram o seu próprio material para avaliar os conceitos e principais definições acerca da temática da tabela periódica para o respectivo nível de escolaridade. Dentre eles, um aluno com deficiência visual, explorando suas outras habilidades sensoriais, como a tátil e a auditiva, para internalizar os conceitos.

Foi feita a confecção de uma tabela periódica como tecnologia assistiva, produzida com cubos de folhas de papel A4, em que foi respeitada a ordem crescente de número atômico. Os próprios alunos confeccionaram os cortes e montagens desses cubos previamente impressos com cada elemento químico. Em seguida, organizaram a tabela periódica seguindo um modelo padrão proposto nos livros didáticos. Após isso, todos os grupos apresentaram os resultados finais mostrando as maiores dificuldades na

produção e confecção do material didático. Por falta de recursos financeiros, infelizmente, não foi possível apresentar linguagem em braile na impressão.

Nessa perspectiva, foi evidenciada uma proposta de adaptar ao máximo a usabilidade da tabela periódica e o ensino de seus conteúdos para uma pessoa com deficiência visual, possibilitando a internalização de uma maior quantidade de informações referentes à temática da tabela periódica, em relação ao estudo do número e raio atômico. As atividades propostas foram, acima de tudo, para proporcionar um prazer/interesse na aprendizagem, como também motivação durante a sua execução, o que leva à intencionalidade da atividade proposta como tecnologia assistiva. Além disso, dessa forma, contribuindo para o desenvolvimento da autonomia e da iniciativa, que são objetivos essenciais na ampliação da estimulação visual.

A tabela periódica foi confeccionada como um recurso em 3D para auxiliar no processo pedagógico, em que sua estrutura pode ser explorada durante a montagem assemelhando-se a um quebra-cabeças, e nesse sentido promovendo a interação, socialização, raciocínio lógico, e a valorização do processo de aprendizagem. Neste sentido, criada para sensibilizar o tato da pessoa com deficiência visual, explorando formatos, espessuras, tamanhos e os encaixes.

A fim de proporcionar uma efetiva comunicação e também um maior entrosamento entre todos os discentes, foi indispensável que o recurso didático possuísse estímulos visuais e táteis que fossem acessíveis às diferentes condições visuais. Portanto, na confecção do material, foi explorado alguns tamanhos e texturas que fossem adequados para proporcionar maior significância e atração. Para cada família de elementos químicos da tabela periódica foi utilizada uma textura com materiais acessíveis como pequenos riscos e pequenas perfurações nas faces dos cubos para que estudante com deficiência visual conseguisse discernir.

Nesse sentido, a seguinte sequência didática foi executada: 1) aplicação de um questionário pré-teste para analisar os conhecimentos prévios dos discentes sobre a temática; 2) aplicação do conteúdo mostrando e/ou apresentando os conceitos mais fundamentais relativos à tabela periódica 3) confecção do material para que no final tivessem um modelo em perspectiva de uma tabela periódica; 4) aplicação de pós-teste para análise de conhecimentos adquiridos.

PROSPECÇÃO DOS DADOS

A fim de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos que compõem esta turma foi realizado um pré-teste composto por oito perguntas. As mesmas perguntas foram repetidas posteriormente à aplicação de toda a metodologia proposta sobre a temática (pós-teste), com a finalidade de mensurar se houve uma aprendizagem significativa a curto prazo ou não por parte dos alunos e principalmente do aluno com deficiência visual. O aluno com deficiência recebeu auxílio de um estagiário para transcrever suas respostas. As perguntas foram escolhidas pensando no nível de aprendizagem e de dificuldade dos alunos no momento da aplicação e nos conteúdos passíveis de exploração durante a didática. As perguntas escolhidas podem ser visualizadas no Quadro 2 a seguir:

Quadro 2: Perguntas elaboradas para aplicação em pré e pós-teste com os alunos.

Perguntas
1) Como está organizada atualmente a ordem dos elementos químicos?
2) Quantos grupos existem na tabela periódica?
3) Quantos períodos possuem a tabela periódica?
4) Qual a definição de número atômico?
5) Onde encontramos o número atômico na tabela periódica?
6) Defina o que seria massa atômica?
7) Quantos elementos estão presentes no grupo dos gases nobres?
8) Entre todos os elementos da tabela periódica existem mais metais ou semimetais ¹ ?

Fonte: Autores.

ANÁLISE DE DADOS

As respostas obtidas nos pré e pós-teste foram analisadas individualmente. Foi estabelecida a pontuação de 0 a 1 para cada pergunta. Desse modo, o máximo escore que cada aluno poderia obter em cada teste era o máximo de 8 pontos. A fim de explorar ao máximo a aprendizagem e significância da metodologia proposta, foram realizadas análises qualitativas, com avaliação somativa, formativa e diagnóstica, bem como

¹ Observamos que como o termo “semimetais” estava presente no livro didático adotado na escola, preferimos colocar desta forma para não confundir os estudantes que tenham estudado o livro. Mas, em sala de aula, foi abordado o termo “metaloides”.

estatística, através de *teste-t pareado* (ZAR, 2010) comparando os conhecimentos prévios (pré-teste) com os adquiridos (pós-teste).

A avaliação diagnóstica pode ser compreendida como uma sondagem de todo o conhecimento que o discente já possui internalizado, além de todas as experiências que possui (BENTO, 2014). Embora no pré-teste exista a possibilidade da existência de conhecimentos prévios ou de acertos por “chutes”, as questões foram pensadas como complementares à prática didática e todas foram aplicadas no momento da aula didática com a metodologia proposta.

Anterior a análise foi feita teste de normalidade Shapiro-Wilk, em que se verificou distribuição normal para os dados obtidos. Para fins de pontuação, as questões que atingiram nota de 0,6 a 1 ponto, foi atribuído o valor de 1 ponto para fins da análise estatística. Em notas inferiores (todas abaixo de 0,4 pontos) foi atribuído o valor de 0. A análise do *teste-t* pareado foi rodada através do software R core Team (2021) utilizando o pacote “tidyverse” (WICKHAM et al., 2019). O gráfico foi confeccionado utilizando o pacote “ggplot2” (WICKHAM, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 17 alunos da turma de 9º ano deste estudo, apenas um não participou por ter se ausentado no dia da aplicação dos testes. Todos os 16 alunos aceitaram participar do início ao fim da construção do material didático acerca dos conceitos relativos à tabela periódica e da aplicação do pré e pós-teste (Figura 1). Para Dmitri foi aplicado um questionário de forma oral, em que ele ia respondendo os questionamentos de acordo com o seu nível de entendimento e um terceiro transcrevendo as respostas em uma folha com as questões.

Como menciona Quadros et al. (2011), a falta da visão não é fator preponderante para afetar as habilidades cognitivas da pessoa cega, mas é necessário oferecer condições necessárias para que se possa favorecer a aprendizagem. Adaptamos as ações para que todos fossem inseridos na proposta de trabalho. Nessa mesma perspectiva, menciona Ainscow (n. d.), que a inclusão no campo educacional não se limita apenas em inserir o aluno em sala de aula com o ato da matrícula, deve nortear três aspectos que são essenciais: (1) a própria participação e presença em sala de aula; (2) as condições necessárias para que o aluno acompanhe as atividades que são tratadas na escola e; (3) a interação e assimilação de conhecimentos.

Figura 1: Tabela periódica confeccionada com os alunos (A) e realização de pré e pós-teste (B e C)

a)



b)



c)

Fonte: Autores.

A avaliação diagnóstica nos credenciou os avanços dos alunos em relação as aulas anteriores e também chancelou a utilização dessa tecnologia assistiva para que estes alcancem uma melhor compreensão e aprendizagem, além de explorar suas habilidades e socialização com os colegas. Complementarmente, os alunos também foram avaliados formativamente durante todo o processo de ensino-aprendizagem, levando-se em consideração o acompanhamento que se teve com esses alunos (VILLAS BOAS, 2008) do diagnóstico à realização do pós-teste.

Nessa perspectiva, a melhor maneira de concretizar os objetivos que são apontados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), para o ensino de química/ciência é através de atividades práticas que explorem metodologias lúdicas, pois desenvolve nos alunos um maior interesse e desenvolvimento pessoal (OLIVEIRA, BIZ & FREIRE, 2003). Portanto, é fundamental que sejam adotadas estratégias didáticas que auxiliem em assuntos abstratos, tornando-os mais concretos garantindo assim uma melhor e maior compreensão pelos alunos, tornando a aprendizagem mais significativa (MARQUES, 2018).

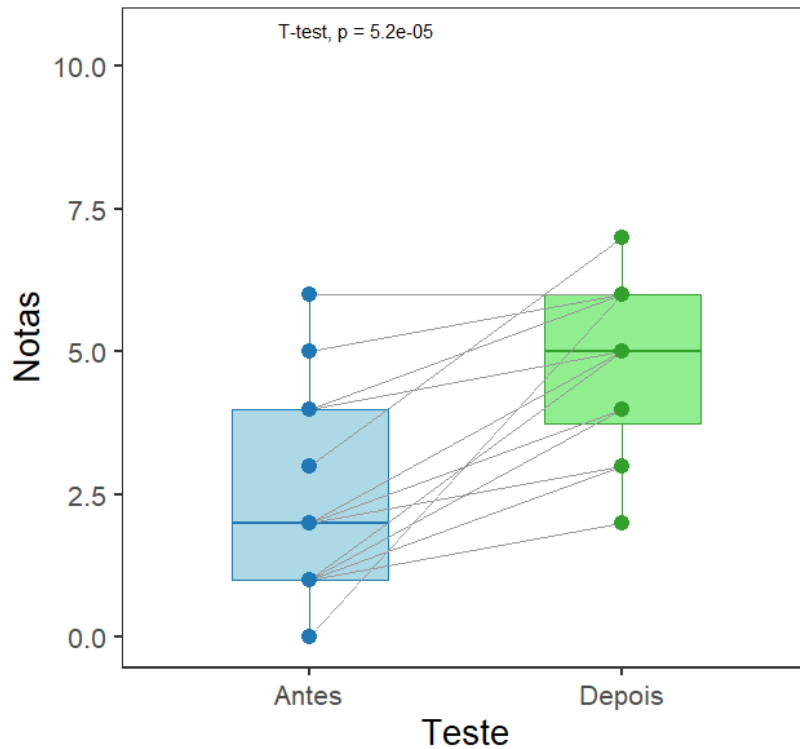
Dessa forma, considerando os dados obtidos no decorrer deste relato, evidencia-se que a proposta de atividade auxiliou no entendimento e absorção dos conteúdos, especificamente os relativos à tabela periódica, visto que, a curto prazo, houve um pequeno avanço no número de acertos das questões, após a produção e apresentação do modelo gráfico de tabela periódica, conforme Figura 2.

Além disso, o resultado do teste-t pareado ($t = -5.5816$, $df = 15$, $p < 0,001$) mostrou diferenças entre médias (pré-teste: $\bar{x} = 2,5$, $dp = 1,79$; pós-teste: $\bar{x} = 4,75$, $dp = 1,44$) significativas para a proposta. Todos os alunos mostraram um maior número de acertos ou número de respostas equivalentes nas questões propostas após o desenvolvimento da tabela periódica (pós-teste) (Figura 2). No entanto, vale ressaltar que o ideal seria a testagem com um maior número de estudantes e também considerar a avaliação a longo prazo para compreender se de fato houve consolidação de conhecimentos das informações abordadas.

Todavia, como uma aplicação inicial de um conteúdo da tabela periódica antes desconhecido pelos estudantes, podemos inferir que a metodologia possibilitou melhor assimilação e acomodação dos conteúdos, também considerando os assuntos abordados em aulas posteriores com uso da mesma tabela e não apresentados aqui. O desenvolvimento cognitivo dos alunos se dá por diversas interações entre o objeto de conhecimento e o sujeito. Assim:

Poucas afirmações seriam tão compartilhadas como a de que cada aluno é único, incomparável, insubstituível, dinâmico e configurado por um conjunto ilimitado de fatores genéticos e culturais. Ninguém se oporia ao enunciado de que cada aluno tem sua peculiar capacidade, disposição, estilo cognitivo, interesse, expectativa, ritmo de aprendizagem, experiência prévia, condições familiares e sociais etc., porém, poucas vezes se veem atendidos estes acertos na forma de organizar as práticas de ensino (PIAGET, 1974, p. 181).

Figura 2: Gráfico box-plot com média de *teste-t* pareado para as notas obtidas antes (pré-teste) e depois (pós-teste) da aplicação da tabela periódica proposta ($t = -5.5816$, $df = 15$, $p < 0,001$). Os pontos representam as notas obtidas pelos alunos e cada linha cinza representa a nota de um aluno saindo da nota inicial para a final)



Fonte: Autores.

Ainda conforme Piaget (1936, p. 42), “neste formidável processo de acomodação e assimilação, pode-se até reconhecer a correspondência prática daquilo que será a dedução e as experiências vividas pelos alunos”. Na perspectiva de Oliveira, Biz e Freire (2003), para uma melhor percepção e aprendizagem significativa a proposta de elaboração de uma atividade como esta deve contar com materiais simples, preferencialmente que leve em consideração a participação dos alunos para que assim haja um maior envolvimento. Desse modo, esse tipo de proposta deve ser trabalhado inclusive com licenciandos da área para que estes também repliquem em suas próprias salas de aula, conforme discutido em Lôbo (2012). É importante que a práxis entre professores e alunos levem em consideração a liberdade de expressão, inclusão, diferentes estratégias de se vislumbrar um conteúdo, bem como que cada um pode aprender de uma forma diferente e que a possibilidade prática de interação e participação em sala de aula pode levar a uma aprendizagem mais significativa e eficiente.

A tabela periódica da forma que foi proposta aos alunos não é necessariamente um jogo, mas atende aos quatro critérios enunciados por Bersch (2017). De acordo com tais critérios: atende ao valor experimental, se constituindo ou assemelhando-se a um jogo em que acaba ocorrendo a manipulação das peças em cubos que devem ser encaixadas no tabuleiro para montagem da tabela periódica; atende ao valor de

estruturação por ter regras e possibilitar a cada aluno elaborar estratégia de descoberta onde cada peça se encaixa; obedece ao valor de relação, pois é construído em equipe; e também ao valor lúdico por promover o prazer de aprender brincando com a ferramenta didática.

Os alunos, após aplicação do pré-teste e uso dessa tecnologia assistiva, sentiram-se mais motivados a fazer o pós-teste, o que foi confirmado de acordo com a Figura 1 e 2, em que a maioria dos alunos ampliou um pouco o seu nível de acertos, inclusive o aluno com deficiência visual. Para Quadros et al. (2011), as aulas práticas facilitam um maior desenvolvimento intelectual. Nessa perspectiva propomos que todos os alunos se envolvessem para criação deste protótipo de tabela periódica. Gonçalves (2006) menciona que ensinar química/ciências para um aluno com deficiência visual inserido numa sala de aula regular é um desafio significativo, o que não torna a atividade de ensinar a estes alunos uma tarefa impossível de se realizar, pois é fundamental buscar meios que auxiliem neste processo de aprendizagem, pois todos eles possuem capacidade intelectual.

Em relação ao aluno com deficiência visual, este apresentou um salto de um para três acertos. Embora seja uma diferença pequena, o aluno demonstrou se sentir mais acolhido e participativo neste modelo de aula e conseguiu interagir em maior grau com seus colegas. Isso também ocorreu nas aulas seguintes a esta aplicação em que se repetiu o uso da tabela periódica criada. Didaticamente, todos os alunos demonstraram aprovar a metodologia pela participação e entusiasmo na confecção da tabela periódica. Nesta práxis e intervenção visamos sensibilizar que todos nós enquanto seres em desenvolvimento, temos uma maneira diferente de aprender e se desenvolver. Dessa forma é nítido que as atitudes enquanto educadores deverão ser repensadas para um melhor e mais efetivo fazer pedagógico.

É válido lembrar também que apesar das inúmeras dificuldades existentes nas escolas públicas, é importante que haja criatividade e interesse em adaptar materiais didáticos para perpetuar a inclusão e não apenas a integração de um estudante com deficiência à turma. Incluir é possibilitar aprendizagem e socialização entre todos. Não é romantizar um pequeno acerto, mas dar significado a pequenos passos para uma melhor relação professor-aluno e um melhor ensino-aprendizagem. A prática das teorias acadêmicas na sala de aula, o que a torna uma escola maior que a academia.

Assim, conscientes e sensíveis à diversidade e às diferenças, notamos que é preciso reorganizar a escola para transformá-la. Diante disso, Guerra (2008, p. 87) sugere que haja:

Flexibilidade, o que implica: autonomia, coragem, assumir riscos, tomar iniciativa; permeabilidade, indicando: abrir-se ao entorno, ao diálogo, à reciprocidade entre escola e sociedade; criatividade, para estimular: a inovação, a experimentação, a inquietude, as mudanças; e colegialidade, para efetivar: projetos coletivos da comunidade escolar, planejamentos cooperativos, uma atuação colegiada, bem como a democracia (GUERRA, 2008, p. 87).

A inclusão procura em todos os sentidos garantir o direito à diferença, logo este direito é a/uma condição imprescindível para uma educação emancipadora, liberta da opressão, porque “o caminho do homem deve ser assim, criar e desenvolver o mundo, sendo dessa forma o sujeito de sua própria ação” (FREIRE, 2011, p. 38).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Proporcionar a experimentação dentro do ensino de química pode contribuir significativamente para a aprendizagem de diferentes conteúdos desta disciplina aos alunos, inovando e abrindo discussão entre os alunos e até mesmo entre professores sobre diferentes estratégias de aplicação, criatividade e inovação.

Esta proposta de trabalho despertou maior curiosidade e senso crítico nos alunos, estimulando o desenvolvimento cognitivo, o trabalho em equipe, a socialização, a inclusão e também potencializa a apropriação de outras ideias e/ou habilidades. Os discentes participantes desta experiência relataram que com o material concreto ficou mais fácil assimilar os conceitos e definições do mundo da química, em que um profissional dessa área necessariamente é obrigado a entender e assimilar os conceitos propostos na tabela periódica. Neste sentido, é desejável que ações como estas de desenvolver alternativas didáticas sejam amplamente difundidas, proporcionando às pessoas com deficiência visual, bem como à outras necessidades específicas, as mesmas oportunidades ofertadas aos alunos que não possuem NEE.

Além disso, é importante que outros estudos sejam feitos considerando um maior tempo de execução para avaliar o ensino-aprendizagem, e considerando o efeito da aprendizagem nos alunos ao longo do tempo, como de um bimestre ou semestre. A tabela periódica confeccionada neste trabalho pode e deve ser replicada na didática de

outros conteúdos, complementando a compreensão e interpretação por parte de todos os alunos e em especial aqueles com deficiência visual, as é importante que outros recursos possam ser criados, trabalhados e avaliados como tecnologia assistiva. Portanto, este trabalho contribuiu não somente com a apresentação de uma tecnologia assistiva alternativa ao ensino de química, mas com um olhar reflexivo e prático da inclusão de pessoas com deficiência visual à socialização e participação efetiva no processo de aprendizagem na didática da química.

REFERÊNCIAS

AINSCOW, Mel. **Processo de inclusão é um processo de aprendizado (Entrevista)**. Centro de Referência em Educação Mario Covas, Educação Especial, n. d. Disponível em: http://www.crmariocovas.sp.gov.br/ees_a.php?t=002. Acesso em: 10 abr. 2022.

ALMEIDA, Maria E. B.. Integração de currículo e tecnologias: a emergência de web currículo. In: Anais do **XV ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino**, Belo Horizonte, 2010.

AMIRALIAN, Maria L. T. M.. **O psicólogo e a pessoa com deficiência. Deficiência: alternativas de intervenção**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997.

BENTO, Cláudia R. S. **Avaliação da aprendizagem: aspectos relevantes da avaliação diagnóstica, formativa e somativa na aprendizagem escolar**. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Coordenação Pedagógica. Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2014.

BERSCH, Rita. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre: Assistiva/Tecnologia da Educação, 2017.

BILL, Leomir B. **Educação das pessoas com deficiência visual: uma forma de enxergar**. Curitiba: Appris, 2017.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Conselho Nacional de Secretários de Educação, União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Presidência da República, 1988.

BRASIL. **Decreto Legislativo nº 186, de 09 de julho de 2008**. Aprova o texto da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e de seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova Iorque, em 30 de março de 2007. Brasília: Congresso Nacional, Presidente do Senado Federal, 2008.

BRASIL. **Decreto nº 5.296 de 02 de dezembro 2004**. Regulamenta as Leis nº 10.048, de 08 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e nº 0.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2004.



BRASIL. **Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009.** Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. Brasília: Presidência da República, 2009a.

BRASIL. **Decreto nº 7.611 de 17 de novembro de 2011.** Dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2011.

BRASIL. **Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, Diário Oficial de União. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 1996.

BRASIL. **Lei nº 13.146 de 06 de julho de 2015.** Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília: Presidência da República, 2015.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Adaptações Curriculares: Estratégias para Educação de alunos com Necessidades Educacionais Especiais Secretaria de Educação Fundamental.** Secretaria de Educação Especial. Brasília: MEC/SEF/ SEESP, 1998.

BRASIL. **Portaria Nº 142 de 16 de Novembro de 2006 (2006, 17 de novembro).** Edição Número 220 de 17/11/2006. República Federativa do Brasil. Brasília: DOU, 2006.

BRASIL. **Resolução nº 4, de 2 de outubro de 2009.** Institui Diretrizes Operacionais para o Atendimento Educacional Especializado na Educação Básica, modalidade Educação Especial. Brasília: MEC, 2009b.

BRASIL. **Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia Assistiva.** Brasília: CORDE, 2009c.

CAMARGO, ÉDER et al. Concepções Espontâneas de Repouso e Movimento de uma Pessoa Deficiente Visual Total. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 27(3), 307-327, 2001.

CONDE, Antônio J. M. **Definição de cegueira e baixa visão.** Rio de Janeiro: Instituto Benjamin Constant, 2016.

DOMINGUES, Celma A. et al. **A educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar: os alunos com deficiência visual: baixa visão e cegueira.** Brasília: Ministério da Educação, 2010.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 21. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

GONÇALVES, Aline K. S. **Estratégias pedagógicas inclusivas para crianças com paralisia cerebral na educação infantil.** Dissertação de Mestrado em Educação Especial. Centro de Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2006.



GUERRA, Miguel A. S. **El Lecho de Procusto: la organización como escenario y requisito para la diversidad.** T.E., 294, 9-12, 2008. Disponível em: <http://www.murcia.ccoo.es>. Acesso em: 22 dez. 2021.

GIL, Marta. **Deficiência visual.** Secretaria de Educação a Distância. Brasília: MEC, 2000.

LÔBO, Soraia F. O trabalho experimental no ensino de Química. **Química Nova**, 35(2), 2012.

LÜBECK, Marcos & RODRIGUES, Thiago D. Incluir é Melhor que Integrar: uma concepção da Educação Etnomatemática e da Educação Inclusiva. **Revista Latinoamericana de Etnomatemática**, 6(2), 8-23, 2013.

MARQUES, Natália P. **A deficiência visual e a aprendizagem da química: reflexões durante o planejamento e a elaboração de materiais didáticos táteis.** Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2018.

MOREIRA, Márcia. A inclusão do deficiente auditivo usuário de implante coclear: um olhar familiar à luz da legislação. **Construindo o Serviço Social**, 16, 59-87, 2006.

OLIVEIRA, Fátima I. W., BIZ, Vanessa A. & FREIRE, Maisa. Processo de inclusão de alunos deficientes visuais na rede regular de ensino: confecção e utilização de recursos didáticos adaptados. **Núcleo de Ensino UNESP**, 1(1), 445-454, 2003.

ONU. **Universal Declaration of Human Rights.** Organização das Nações Unidas, 1948.

PIAGET, Jean. **A representação do mundo na criança.** Rio de Janeiro: Record, 1936.

PIAGET, Jean. **La Prise de Conscience.** Paris, França: PUF, 1974.

QUADROS, Luiza. et al. Construção de tabela periódica e modelo físico do átomo para pessoas com deficiência visual. In: Anais do **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza De Las Ciencias**, 2011.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2021.

RAIMUNDO, Elaine A. **Contextos históricos, políticos e legais da educação especial.** São Paulo: Senac, 2020.

RAPOSO, Patrícia N., MÓL, Gerson S. & PIRES, Rejane F. M. Desenvolvimento de estratégias para o ensino de química a alunos com deficiência visual. In: Gauche, Ricardo & Salles, Paulo S. B. A. (org.). **Educação científica, inclusão social e acessibilidade.** Goiânia: Cânone, 127-154, 2011.

ROCHA, Hilton. **Ensaio sobre a problemática da cegueira: prevenção, recuperação, reabilitação.** Belo Horizonte: Fundação Hilton Rocha, 1987.



RODRIGUES, Juciana S. & MEDEIROS, Paulo I. S. A Importância da Formação Docente em Educação Inclusiva para o Atendimento de Alunos com NEE. **Revista Paradigma**, 44(1), 1-22, 2023.

SANTOS, Maria. **Trabalho experimental no ensino das ciências**. Lisboa, Portugal: Instituto de Inovação Educacional, 2015.

SILVA, Grazielle D. S. & STADLER, João P. Proposta de uma Tabela Periódica adaptada com vistas à acessibilidade de estudantes com deficiência visual: um recurso didático para o ensino inclusivo. **Revista Insignare Scientia**, 5(3), 2022.

SOARES, Ana L. M. & MEDEIROS, Paulo I. S. La construcción del Plan educativo individualizado intermediado por el NAPNE: caminos hacia la inclusión. **Praxis & Saber**, 13(35), e14385, 2022.

SOARES, Márlon H. F. B. **Jogos para o ensino de química: teoria, métodos e aplicações**. Guarapari: Ex Libris, 2008.

TORRES, Josiane & MENDES, Enicéia. Formação de professores de ciências exatas numa perspectiva inclusiva. **Revista Insignare Scientia**, 1(3), 2019.

UNESCO. **Declaração de Salamanca sobre princípios, política e práticas na área das necessidades educativas especiais**, 1994.

VILLAS BOAS, Benigna M. F. **Virando a escola do avesso por meio da avaliação**. Coleção Magistério: Formação e Trabalho Escolar. Campinas: Papirus, 2008.

VOOS, Ivani C. & GONÇALVES, Fábio P. Tecnologia assistiva e ensino de química: reflexões sobre o processo educativo de cegos e a formação docente. **Química Nova na Escola**, 38(4), 297-305, 2019.

WICKHAM, Hadley. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**. New York, EUA: Springer-Verlag New York, 2016.

WICKHAM, Hadley et al. Welcome to the tidyverse. **Journal of Open Source Software**, 4(43), 1686, 2019.

ZAR, Jerrold H. **Bioestatistical analysis**. 5. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2010.

Submetido em: 06/02/2026

Aceito em: 10/06/2026