

A TABELA PERIÓDICA NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA: ANÁLISE DE UMA INTERVENÇÃO DIDÁTICA VOLTADA AO DISCENTE COM DEFICIÊNCIA VISUAL

The periodic table in the inclusive education perspective: analysis of a didactic intervention directed to the visually impaired student

Cíntia Máximo de Souza [cintia.maximo@yahoo.com.br]

Giselia Antunes Pereira [giselia.antunes@ifsc.edu.br]

Thaís Rios da Rocha [thais.rocha@ifsc.edu.br]

Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, Câmpus Criciúma.

Rodovia SC 443, nº 845, Bairro Vila Rica, Criciúma (SC), CEP 88813-600.

Recebido em: 12/03/2020

Aceito em: 11/06/2021

Resumo

A aprendizagem de conceitos químicos requer muito da percepção visual devido a sua linguagem própria e representativa dos fenômenos da natureza. Esse fato contribuiu para motivar o desenvolvimento de uma proposta de ensino de química inclusiva com foco na deficiência visual. O estudo teve como objetivo aplicar uma intervenção didática inclusiva, ao discente deficiente visual, partindo do estudo de recursos táteis, como a tabela periódica em Braille, a fim de auxiliar na compreensão dos conceitos químicos. Os referenciais desta pesquisa passaram pela conceituação de educação especial e inclusiva numa perspectiva Sócio-histórica vista em Bock (2012; 2013) e pela perspectiva Sociointeracionista de aprendizagem baseada em Vygotsky (1984). A pesquisa é de caráter qualitativo e se baseou na metodologia da pesquisa-ação, tendo como instrumentos de recolha de dados os registros dos diários de campo e a realização de entrevistas. Além da estudante matriculada no primeiro ano do ensino médio, de uma escola estadual de Criciúma (SC), os demais sujeitos da pesquisa foram o professor de química e a professora pedagoga do Atendimento Educacional Especializado. Os dados indicaram que o (re)planejamento da sequência didática, refletido na elaboração dos materiais táteis, como a tabela periódica em Braille, modelos atômicos em três dimensões, diagrama de Linus Pauling e a tabela periódica dos elementos químicos contribuíram para valorização dos conhecimentos prévios e apropriação de novas aprendizagens.

Palavras-chave: Ensino de Química, Tabela Periódica, Educação Inclusiva.

Abstract

The learning of chemical concepts requires a lot from the visual perception due to its own language and representative of the nature phenomena. This fact has contributed to prompt the developing of an inclusive teaching of chemistry with a focus on visual impairment. The study had as an aim to apply an inclusive didactic intervention, to the visually impaired student, starting from the study of touching resources, such as the periodic table in Braille, in order to help in the comprehension of chemical concepts. The theoretical references of this research went through the conceptualization of special and inclusive education in a Socio-historical perspective seen in Bock (2012; 2013) and through the Socio-interactionist perspective of learning based on Vygotsky (1984). The research is qualitative and it's based on the action research methodology, considering as instruments for data collection the records of the field diaries and the execution of interviews. Besides the student enrolled in the first year of high school, of a state school in Criciúma (SC), the other people of the research were the Chemistry teacher and the pedagogue of the Specialized Educational Service. The data indicated that

the (re)planning of the didactic sequence, reflected on the preparation of the touchable materials, such as the periodic table in Braille, atomic models in three dimensions, Linus Pauling's scale and the periodic table of chemical elements contributed to the valorization of the previous knowledge and appropriation of new learnings.

Keywords: Teaching of Chemistry, Periodic Table, Inclusive Education.

INTRODUÇÃO

Na maioria das vezes, o ensino de química requer nossa percepção visual devido sua linguagem própria e representativa dos fenômenos da natureza, que abrangem fórmulas, símbolos, gráficos, diagramas, tabelas, modelos, estruturas, convenções e códigos (Benite *et al.*, 2014). Além do mais, a própria prática dessa Ciência demanda olhares atentos sobre a mudança de cor de uma solução, o aparecimento de cristais, o desprendimento de um gás, a formação de uma nova fase, entre outras situações. O sentido da visão mostra-se muito importante para a aprendizagem da química (Benite, A, Batista, da Silva & Benite, 2014), pois é recorrente o uso de recursos visuais para abordar alguns conceitos desta disciplina. Destaca-se o recurso da visão, não como recurso principal, mas igualmente relevante como os demais. Necessários são os sentidos ao complexo processo de apropriação de saberes, desde que desvinculados de uma perspectiva de educação bancária (Freire, 1996), onde dela se espera o destaque ao recurso da audição para que ocorra uma posterior reprodução. Nesse caso, chama-se atenção para a lacuna no âmbito pedagógico, fato que distancia as vias da inclusão.

Como resultado das conquistas históricas das políticas públicas de educação inclusiva e as leis de inclusão, há discentes com deficiências visuais cursando a educação básica, alcançando o ensino médio e aumentando seu contato com saberes relacionados ao estudo da química. Segundo o Ministério da Educação - MEC, existem 930.683 brasileiros com algum tipo de deficiência, dos quais 75.433 são especificamente cegos ou com baixa visão (Brasil, 2017). É importante que o professor desenvolva novas técnicas, métodos ou materiais adaptados que auxiliem na compreensão de conceitos científicos que usualmente requerem uma análise visual do processo envolvido, tal como se verifica nos estudos de Silva (2017) quando partilha sua experiência pedagógica inclusiva, voltada à construção da tabela periódica em Braille.

Frequentemente nos deparamos com fenômenos do dia a dia que podem ser explicados por meio da química, esse estudo contribui para a tomada de decisões frente a diversas situações, como por exemplo, para a aquisição de um produto, consumo de alimentos industrializados, uso de medicamentos e produtos de limpeza ou higiene. É um direito de todos terem acesso à educação básica, na qual inclui o acesso aos saberes da química, que por vezes é considerada abstrata. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs (Brasil, 2002) e a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2018), o ensino de química tem como objetivo propiciar ao educando a compreensão de noções básicas necessárias para a vida em sociedade. De acordo com Santos & Schnetzler (2003), a democratização da Ciência e da tecnologia possibilita que os cidadãos tomem decisões de forma mais crítica e conscientes embasados por conhecimentos científicos. No âmbito da educação para estudantes com deficiência visual, sabe-se que os mesmos têm direito ao acesso ao estudo, podendo assim, desenvolver-se social e intelectualmente em uma classe regular, objetivando alcançar seus potenciais, respeitando as suas diferenças e atendendo suas necessidades, como sugere a política de inclusão escolar (Brasil, 1999).

O processo de apropriação dos conhecimentos pode passar pelo envolvimento de múltiplos sentidos, como no caso da audição, visão, olfato, paladar e tato. Quando um desses sentidos está

comprometido, como no caso da visão, é de fundamental importância propiciar um ambiente de aprendizagem com estratégias diferenciadas para que o meio não limite as potencialidades dos estudantes e não cause danos em seu desenvolvimento e na vida escolar. Embora a escola tenha papel diferenciado, o trabalho coletivo com múltiplos profissionais que oriente o estudante com deficiência visual e sua família torna-se indispensável (Brasil, 2011).

O princípio da escola inclusiva foi construído por um longo processo histórico e coletivo de lutas por uma educação democrática, com base em princípios humanistas e nos direitos humanos. As escolas inclusivas devem reconhecer e responder às diversas necessidades de seus estudantes, acomodando tanto estilos, como ritmos diferentes de aprendizagem e assegurando uma educação de qualidade a todos por meio do currículo apropriado, com modificações organizacionais, estratégias de ensino e de comunicação, bem como o uso de recursos e parcerias com a comunidade (Bock, Beche & Silva, 2012).

Mesmo com as conquistas de base legal ainda persistem algumas barreiras de ordens físicas, arquitetônicas, culturais, ambientais e de comunicação, sendo necessário ultrapassá-las a partir de uma contínua luta por uma cultura inclusiva. Levando em conta esses desafios, a questão problema desta pesquisa buscou compreender “em que medida as barreiras sociais condicionadas pela falta de visão podem ser ultrapassadas no processo de ensino e aprendizagem de química?”.

Essa questão problema decorre do entendimento dos autores desta pesquisa de que a inclusão vai além da possibilidade de inserir pessoas com deficiências no convívio social. Nesse sentido, o anseio pela educação inclusiva passa por uma mudança nas relações estabelecidas e nas atitudes, onde o processo de inclusão decorra como algo natural, normal para todos e não um mecanismo aplicado, discutido e visto apenas como objeto de estudo e de base legal (Simão, 2017).

Nesse mesmo entendimento, a deficiência deixa de ser um atributo da pessoa e passa a ser o resultado da falta de acessibilidade que a sociedade e o Estado dão às características de cada um. Fato que reforça a leitura de que a deficiência está no meio e não nas pessoas. Quanto mais acessos e oportunidades uma pessoa dispuser, menores serão as dificuldades consequentes de sua característica, seja ela qual for (Brasil, 2015).

Nesta pesquisa, adotou-se a perspectiva sociointeracionista de Vygotsky, entendendo-se que o contato sociocultural do discente com o meio em que vive é essencial ao seu desenvolvimento cognitivo, motor e social. A educação é um processo contínuo de interação com o meio e a aprendizagem é caracterizada por sucessivos avanços decorrentes das relações sociais (Coelho & Pisoni, 2012). Na base desse referencial identificam-se as zonas de desenvolvimento real e potencial. A primeira está atrelada às experiências prévias e conhecimentos já adquiridos em vivências anteriores. A segunda caracteriza-se pelo potencial do estudante em aprender com auxílio de um agente mediador. Entre essas duas zonas há uma terceira, denominada de zona de desenvolvimento proximal. É dessa zona que há demanda por diálogo, interação e apoio até que o estudante tenha se apropriado dos elementos da cultura. Refere-se à necessidade da mediação docente para que o estudante transite da zona de desenvolvimento real para a zona de desenvolvimento potencial, passando por “saltos qualitativos de um nível de aprendizagem a outro” (Coelho & Pisoni, 2012, p. 148).

Há uma vinculação entre as zonas de desenvolvimento e o papel da mediação nas interações sociais. Fato que permite compreender a aprendizagem como prática social, que passa pela interação sujeito-objeto, na qual é mediada por elementos culturais, tendo em vista o processo de desenvolvimento humano. Segundo Leite & Tagliaferro (2005), essa visão sócio-interacionista da aprendizagem confere um olhar diferenciado às práticas educativas. Ao se embasarem nos referenciais de Vygotsky e Wallon, os mesmos autores também ressaltam que a “relação que se

estabelece entre o aluno e o objeto do conhecimento (no caso, os conteúdos escolares) não é somente cognitiva, mas também afetiva” (Leite & Tagliaferro, 2005, p. 248). Em decorrência desse embasamento é que circundam as linhas orientadoras da intervenção retratada nessa pesquisa.

Como mostra o processo de apropriação da escrita e da linguagem para o estudante com deficiência visual, a simbologia Braille, instrumento mediador da linguagem, apresenta-se como uma das vias concretas de ultrapassar a barreira da comunicação e apropriação da cultura. Entretanto, apenas o acesso à simbologia Braille não basta para suprir as necessidades apresentadas pelos estudantes, é preciso perceber quais as características de aprendizagem de cada um e como utiliza seus sentidos, pois eles influenciam na participação das atividades escolares, no exercício de sua autonomia e independência (Bock, Beche & Silva, 2012). Pesquisas realizadas sobre o desenvolvimento cognitivo de crianças com deficiência visual têm mostrado que, ao atingir a adolescência e/ou idade adulta, elas podem chegar a um nível de desenvolvimento funcional equivalente ao das pessoas que enxergam (Bock & Silva, 2013).

Ao levar em consideração a importância dos recursos táteis e a escassez dos mesmos na área do ensino de química, esta pesquisa objetivou num âmbito mais geral “Aplicar uma intervenção didática inclusiva, voltada ao estudante com deficiência visual, partindo do estudo de recursos táteis, como a tabela periódica em Braille, a fim de auxiliar na compreensão dos conceitos químicos”. Como objetivos específicos têm-se: i) Mapear as escolas que possuem discentes com deficiência visual, matriculados no ensino médio da rede estadual e que frequentam o Atendimento Educacional Especializado (AEE), em Criciúma/SC; ii) Identificar os saberes atrelados ao estudo da tabela periódica, em consonância com os objetivos do AEE para com o desenvolvimento dos estudantes com deficiência visual, iii) Construir uma tabela periódica tátil, que auxilie na compreensão dos conhecimentos químicos como a constituição atômica, o estudo dos elementos químicos e sua classificação, iv) Desenvolver uma intervenção didática sobre a tabela periódica, a ser aplicada no contexto do AEE, voltada à estudante matriculada na primeira série do ensino médio com deficiência visual e v) Avaliar se a intervenção didática, com uso dos materiais táteis, contribuiu para a apropriação dos saberes e conceitos abordados.

Cada objetivo da pesquisa qualificou uma ação que será detalhada na seção da metodologia, sendo sucedida pela apresentação e discussão dos resultados obtidos no estudo.

METODOLOGIA

Este trabalho constitui-se como pesquisa de abordagem qualitativa, que se baseou na metodologia da pesquisa-ação. A pesquisa-ação no âmbito da educação se constitui em uma estratégia que conecta os professores e pesquisadores ao cotidiano escolar, possibilitando aprimorar e avaliar as práticas de ensino, em decorrência do aprendizado dos estudantes (Tripp, 2005).

No ano de 2019, como parte de um trabalho de conclusão de curso, iniciou-se uma consulta à 20ª Gerência Estadual de Educação de SC para saber quais escolas de ensino médio possuíam estudantes com deficiência visual frequentando o AEE. Em resposta foram indicadas cinco escolas estaduais que compunham pólos de AEE da região de Criciúma. Apenas em uma delas havia uma estudante com deficiência visual que cursava o ensino médio e frequentava o AEE. Uma vez identificada a escola, prosseguiu-se com o contato junto à professora do AEE, pedagoga especializada em educação especial, responsável em acompanhar a estudante. Na oportunidade do contato e aproximação com a escola, a estudante também foi consultada para saber se gostaria de participar da pesquisa, que implicaria em seu envolvimento nas intervenções pedagógicas de química, a serem

realizadas no contraturno escolar por meio dos encontros do AEE. Com o aceite delas, o professor de química da classe regular de ensino também foi consultado e aceitou fazer parte da pesquisa.

Passada a fase inicial de sondagem e contatos, iniciou-se o planejamento coletivo da intervenção e a elaboração de materiais e recursos táteis, levando em consideração as necessidades e motivações da estudante. A definição do estudo pelo tema tabela periódica e dos conceitos inerentes a esta estava alinhado ao plano de ensino disponibilizado pelo professor de química e também articulados com referenciais curriculares de âmbito nacional (BRASIL, 2018) e estadual, referente à proposta curricular de Santa Catarina (PC-SC, 2014).

A tabela periódica em Braille foi confeccionada juntamente com a professora do AEE, levando em consideração alguns cuidados para a sua elaboração, como por exemplo: a utilização de contrastes táteis realizados a partir do uso de diferentes papéis texturizados, diferenciação dos elementos, famílias e períodos com o uso de barbantes de diferentes espessuras; e ao mesmo tempo evitando o uso excessivo de recursos táteis procurando não poluir o material com demasiadas informações.

Na confecção da tabela periódica os elementos químicos foram afixados em um papel Paraná (que possui mais firmeza que um papelão). Os dados de cada elemento químico (número atômico, símbolo e massa atômica) foram digitados em máquina de escrever em Braille e colados sobre cada quadrante referente à composição de cada família e período. Para diferenciar os estados físicos dos diferentes elementos químicos foram utilizadas miçangas de diferentes formatos (cf. Figura 01).

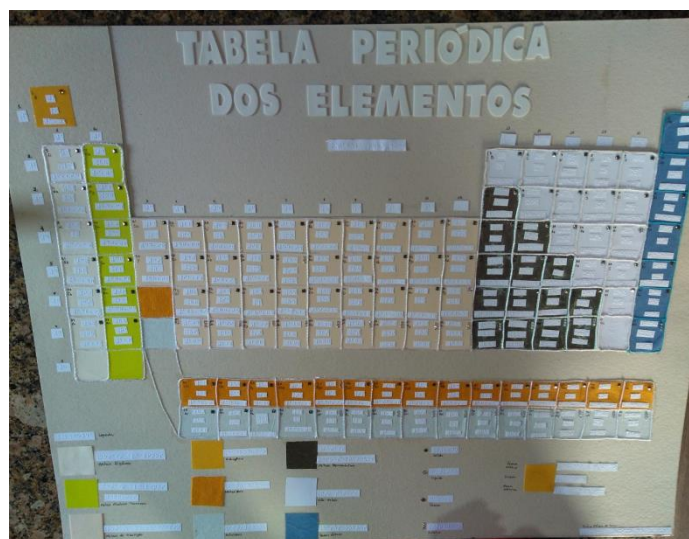


Figura 01 – Tabela periódica em Braille
Fonte: Autores (2020).

Ainda na composição dos materiais para a intervenção, foram projetados diferentes modelos para o átomo (cf. Figura 02) buscando representar as construções teóricas que vão sendo desenvolvidas ao longo da história, a fim de retratar a estrutura atômica a partir de uma série de abstrações necessárias para o seu entendimento. Para o modelo de Dalton utilizou-se apenas uma bola de isopor para representar um átomo esférico, maciço e indivisível. Quanto ao modelo atômico de Thomson, conhecido como “pudim de passas”, este foi representado por meio de uma bola de isopor e alfinetes de cabeça redonda representando os elétrons, de modo a caracterizar uma esfera de carga elétrica positiva, não maciça e incrustada de elétrons (Alves, 2020; Freitas-Reis, 2017).

Para a representação do modelo atômico de Rutherford, confeccionou-se um modelo referente ao átomo de cálcio, sendo os orbitais representados por aros metálicos e as unidades

elementares com bolas de isopor. Procurou-se tomar os devidos cuidados quanto às proporções do tamanho dos elétrons em comparação aos prótons e nêutrons. Além disso, a diferenciação entre as partículas subatômicas presentes no núcleo do átomo foi realizada por meio do uso de percevejos. Outro ponto a destacar refere-se a representação das órbitas circulares, buscando representar os elétrons circulando ao redor do núcleo através de espaços vazios. A fim de minimizar as limitações deste modelo atômico, é fundamental a mediação docente para explicar que as órbitas são orientações imaginárias e não materializadas (Freitas-Reis et al., 2017). Os átomos impressos em 3D foram obtidos a partir de um banco de modelos vetoriais disponibilizados gratuitamente em formato online¹, e deram suporte às explicações sobre a quantização de energia e o modelo atômico proposto por Bohr.



Figura 02 – Modelos atômicos táteis.
Fonte: Autoras (2020).

A intervenção envolveu cinco tardes de trabalho durante o mês de julho de 2019. Os espaços das intervenções foram sendo alternados, indo desde o AEE da escola da estudante (considerado pólo especializado em educação de estudantes surdos), AEE da escola do bairro vizinho (considerado pólo especializado em educação de estudantes cegos) e as Feiras de Ciências promovidas pelas duas escolas parceiras. No Quadro 1 estão apresentados os conteúdos curriculares que foram abordados em cada um dos encontros, os materiais e recursos táteis que foram utilizados, o espaço de trabalho, bem como o tempo de duração de cada atividade.

Conforme o exposto no mesmo Quadro, além dos materiais confeccionados na caminhada da pesquisa, foram incorporados outros materiais como o jogo do bingo químico, o modelo referente ao parafuso telúrico e a eletrosfera em Braille, que foram desenvolvidos e cedidos pelos acadêmicos da terceira fase do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Santa Catarina IFSC - Câmpus Criciúma durante o trabalho de Prática como Componente Curricular - PCC.

Quadro 01 – Sequência da intervenção didática de química

Encontros	Descrição das atividades realizadas	Local da intervenção	Carga horária (h/a)
	Assunto: História do átomo e partículas subatômicas.		1 h/a

¹ Thingiverse. Disponível em: <<https://www.thingiverse.com/thing:148855>>.

I	Recursos: Modelos atômicos táteis (Bola de bilhar, pudim de passas, modelo planetário, parafuso telúrico).	Sala do AEE da escola regular.	
II	Assunto: História do átomo (retomada); história da tabela periódica, organização periódica dos elementos químicos.	Sala de AEE cedida pela Escola do Bairro vizinho.	4 h/a
	Recursos: modelos atômicos táteis, talheres e utensílios de cozinha e tabela periódica em Braille.		
III	Assunto: Períodos, famílias e camadas eletrônicas.	Sala de AEE Escola regular	4 h/a
	Recursos: Tabela periódica em Braille, Diagrama de Linus Pauling em Braille, Jogo de bingo químico em Braille e aplicativo Quimivox Mobile.		
IV	Assunto: Substâncias simples e compostas e o respectivo cálculo de massa molar.	Sala de AEE Escola regular	4 h/a
	Recursos: Tabela periódica em Braille, caixas e palitos de fósforo, modelos atômicos impressos em 3D.		
V	Assunto: Revisão dos conteúdos trabalhados.	Espaço fora do ambiente escolar	4 h/a
	Recursos: Materiais grafotáteis fornecidos pelo Instituto Benjamin Constant.		
VI	Apresentação dos materiais utilizados nas intervenções didáticas ao público participante do evento.	Feira de Ciências da Escola regular	4 h/a
VII	Apresentação dos materiais utilizados nas intervenções didáticas ao público participante do evento.	Feira Científica e Cultural na escola do bairro vizinho	4 h/a
Total:			25 h/a

Fonte: Autoras (2020).

Durante o primeiro encontro com a discente, apresentou-se os materiais didáticos a fim de realizar uma problematização histórica a respeito do estudo do átomo e a elaboração de modelos buscando representar a realidade. Para isso, utilizou-se representações atômicas táteis para os modelos de Dalton, Thomson e Rutherford-Bohr. Este foi o primeiro contato da discente com os recursos didáticos táteis no componente curricular Química. No encontro II, em um primeiro momento realizou-se uma retomada dos modelos atômicos apresentados no encontro anterior, para

então introduzir os assuntos relacionados à história da tabela periódica e a organização dos elementos químicos da maneira como conhecemos atualmente, sem desconsiderar as contribuições de diversos cientistas ao longo dos anos. Neste encontro a discente compreendeu a organização periódica dos elementos químicos por meio do uso de utensílios de cozinha, para correlacionar a disposição de elementos químicos em seus grupos e famílias com a organização dos objetos presentes em nosso cotidiano.

No terceiro encontro a discente compreendeu a organização da tabela periódica em grupos e períodos, os subníveis de energia e a classificação dos elementos químicos utilizando-se, além da tabela periódica tátil, recursos como: o diagrama de Linus Pauling em Braille e o aplicativo para ensino de Química: Quimivox Mobile, acessível aos deficientes visuais e com função por comando de voz. O aplicativo teve grande aceitação pela discente, auxiliando na compreensão de todos os assuntos abordados nos encontros I, II e III. Cabe salientar que, devido a acessibilidade do aplicativo, apresentando as informações na tela do dispositivo juntamente com a síntese de voz, é possível utilizá-lo com todos os estudantes de uma classe.

No encontro IV foram trabalhados com a discente os conceitos de substâncias simples e compostas, com a utilização do modelo em 3D. Para o cálculo de massa molar de substâncias, utilizou-se palitos de fósforo para auxiliar no somatório de massas e recursos táteis desenvolvidos com caixas de fósforo representando elementos químicos que poderiam ser unidos por meio de velcros adesivos (este modelo não considera os tipos de ligações químicas e ângulos entre os átomos). No quinto encontro realizou-se uma revisão dos assuntos trabalhados ao longo da intervenção didática, utilizando os materiais grafotáteis disponibilizados pelo Instituto Benjamin Constant, que incluíam tabela periódica e livros representando átomos, distribuições eletrônicas e propriedades periódicas.

Como fechamento da intervenção didática, os encontros VI e VII voltaram-se para a apresentação da discente em feiras de ciências a fim de explicitar os seus conhecimentos químicos a partir do uso de recursos e materiais táteis trabalhados com a explicação, apoio e mediação da professora pesquisadora.

Como forma de recolha de dados, ao longo das intervenções didáticas foram registradas as observações em um diário de campo, bem como foram utilizadas as redes sociais Facebook® e WhatsApp® como canais de comunicação e fontes de dados suplementares. Os professores envolvidos no processo também participaram da pesquisa, respondendo questionários desenvolvidos para cada uma das realidades e foram aplicados ao final do processo didático.

A etapa de análise e discussão dos resultados está estruturada com base em três categorias: i) Planejamento das intervenções, inserção na sala de aula e adaptações do material tátil; ii) interação social entre os sujeitos – a contribuição docente no processo formativo da discente e iii) apropriação do conhecimento químico.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A discussão dos resultados está pautada em três categorias de análise. A primeira delas estava relacionada ao planejamento das intervenções, pois foi necessário realizar uma aproximação prévia com o campo da intervenção da pesquisa. Momento que corroborou para o desenvolvimento de materiais didáticos bem como a elaboração dos planos de aula. Na segunda categoria estão relatadas as interações estabelecidas entre os sujeitos envolvidos na pesquisa, tendo como foco de análise a influência desta relação para o desenvolvimento escolar e pessoal da estudante. A última

categoria foi definida com base na apropriação do conhecimento químico, buscando identificar os avanços e dificuldades implicadas no processo de mediação pedagógica que fez movimentar as zonas de desenvolvimento de aprendizagem da estudante .

Planejamento das intervenções, inserção na sala de aula e adaptações do material tátil.

Esta categoria discute aspectos do planejamento e do replanejamento necessários à realização das intervenções didáticas com a discente, de modo a atender às suas necessidades de aprendizagem. Em um primeiro momento o trabalho estava direcionado ao estudo da tabela periódica, a partir da elaboração de recursos táteis a serem utilizados na intervenção com a discente na sala do AEE. No entanto, percebeu-se uma necessidade de intervir na sala de aula do ensino regular. Esse olhar ampliado foi possibilitado pelo desejo da pesquisadora em vivenciar com a estudante o seu cotidiano para além do AEE, levando em conta o aceite da aluna e dos professores envolvidos.

A partir desse movimento e por intermédio do contato com o professor de química, que mencionou o seu desejo em propiciar a estudante um material tátil relacionado ao estudo do diagrama de Linus Pauling, realizou-se uma readaptação do planejamento inicial. Essa nova inserção permitiu alinhar as abordagens do AEE com as da sala de aula trazendo a dimensão do replanejamento que compõe a definição da categoria.

O serviço do AEE, ofertado pelas escolas públicas estaduais e municipais, é complementar ao ensino da sala de aula regular e compete ao educador do AEE analisar as necessidades dos estudantes, selecionar os recursos apropriados e ensinar o modo correto de utilizá-los a fim propiciar novas experiências (Anjos & Souza, 2016).

Com essa alteração de percurso, deu-se início a criação de um vínculo entre a discente e a pesquisadora, aspecto que ultrapassa as questões relacionadas ao acompanhamento do processo de aprendizagem proposto por esta pesquisa. O que era para ser uma ida pontual à sala de aula regular visando compreender o contexto escolar em que ela estava inserida, acabou se tornando um trabalho concomitante com o desenvolvido no AEE. Assim, a pesquisadora a acompanhava na aula de química pela manhã e no turno da tarde, quando estava com ela na intervenção preconizada, a ser realizada no AEE.

A continuidade desse acompanhamento ocorreu a pedido da estudante, que se sentia mais segura na presença da pesquisadora em sala de aula. Esse dado revelou que apesar de os estudantes com deficiência visual não possuírem direito legal ao acompanhamento de um segundo professor, por considerar que os mesmos possuem autonomia em sala de aula, a experiência revelou o contrário. A resposta da estudante à presença da pesquisadora em sala, mesmo que por um curto período, veio mostrar o quanto contribuiu para ampliar o seu repertório de experiências e seu processo de aprendizagem. Tal fato evidencia que, como já ocorre com estudantes que possuem outras deficiências como autismo, deficiência múltipla associada à deficiência mental, deficiência auditiva, física ou cognitiva, conforme indica a Lei de inclusão Nº 17.143 de 2017, também faz diferença a presença do segundo professor aos estudantes com deficiência visual para o seu rendimento escolar e efetiva inclusão. O chamado da estudante para a pesquisadora permite ainda interpretar que “as interações que ocorrem no contexto escolar também são marcadas pela afetividade em todos os seus aspectos” (Leite & Tagliaferro, 2005, p. 249).

Dentre os recursos táteis que foram elaborados especialmente para a intervenção com a discente, está o diagrama de Linus Pauling. Para a sua confecção foram afixadas caixas de fósforo em um papel Paraná e os níveis e subníveis de energia foram escritos em Braille e em alto relevo, conforme explicitado na Figura 03.

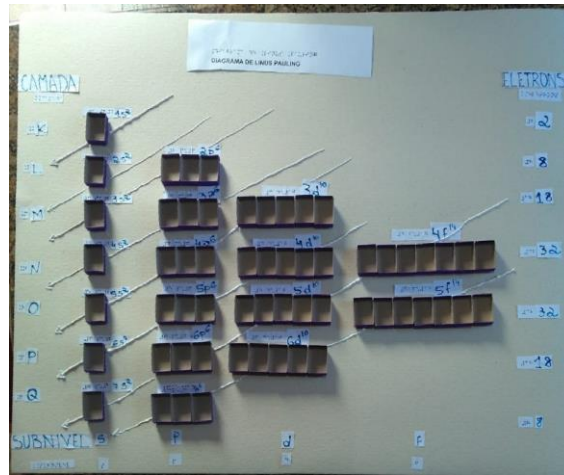


Figura 03 - Recurso didático tátil diagrama de Linus Pauling
Fonte: Autores (2020).

Por demandar uma abstração para compreender a estrutura eletrônica de um átomo, a tecnologia assistiva caracteriza-se como um recurso que permite o desenvolvimento de estímulos remanescentes para que haja a apropriação dos conhecimentos por parte dos estudantes com deficiência visual. Para isso, é fundamental a mediação do professor com o uso da linguagem e diferentes estratégias e instrumentos (Benite *et al.*, 2017). Cabe salientar, que mesmo com toda potencialidade pedagógica do recurso didático, na qualidade de instrumento da aprendizagem, “a construção do conhecimento ocorre a partir de um intenso processo de interação entre as pessoas (Leite & Tagliaferro, 2005, p. 249).

Para representar de maneira tátil a união dos elementos químicos que compõem as substâncias simples e compostas, utilizou-se a parte envoltória da caixa de fósforo, velcros e escrita Braille realizada em alto relevo com cola 3D. As caixas poderiam ser unidas por meio de velcros, possibilitando à discente a compreensão da formação dos compostos químicos. Vale ressaltar que para a elaboração deste material não era o foco representar os ângulos das ligações, geometria molecular e tipo de ligação química envolvida, pois estes conteúdos ainda seriam trabalhados pelo professor de química da escola regular.

Durante a utilização do recurso didático tátil, como sugestão de melhorias, a estudante mencionou a impossibilidade quanto à leitura do texto em Braille, visto o pequeno tamanho da escrita realizada por meio de cola em alto relevo. A Figura 04 representa o momento da intervenção em que a estudante estava manipulando os materiais utilizados no encontro IV.



Figura 04 - Estudo da molécula de água a partir do uso de diferentes recursos táteis
Fonte: Autores (2020).

Para auxiliar a discente no cálculo de massa molar, visto a escrita ilegível do Braille nas faces das caixas de fósforo, foi necessário recorrer ao uso da tabela periódica em Braille, o que contribuiu para ler o número da massa atômica do elemento a ser procurado no desafio da atividade e a revisar a localização dos elementos químicos em diferentes períodos e famílias.

Quanto à manipulação do material tátil referente ao diagrama de Linus Pauling, a discente manifestou-se positivamente quanto à aquisição destes conhecimentos químicos, conforme fala que ficou registrada no diário de campo dessa pesquisa: “consegui compreender o que seriam as letras s, p, d e f comentadas pelo professor em sala de aula”. (Diário de Campo - 27/06/19). Percebeu-se que, anteriormente a este momento, a estudante conseguia apenas reproduzir, por meio da memorização, o número máximo de elétrons em cada subnível de energia, conforme o acompanhamento das aulas do professor de química da classe regular. Essa sinalização inicial permite relacionar o papel dos elementos mediadores, marcados pela apropriação de instrumentos (materializado pelo recurso didático tátil) e signos (agindo como instrumento psicológico), resultantes das interações sociais (Leite & Tagliaferro, 2005).

Ao final do processo, quando perguntado ao professor de química sobre a integração dos conteúdos abordados na intervenção com o planejamento da disciplina, foi mencionado que:

Atenderam bem além das expectativas, pois proporcionaram o fácil entendimento de conceitos químicos teóricos que necessitam atenção, comprometimento e visualização. A implementação de materiais didáticos diferenciados aliados a uma metodologia de ensino dinâmica estimulando contato físico (tato) proporcionaram uma melhor compreensão do conteúdo ministrado (Questionário - Professor de química - 07/09/19).

A professora do AEE também foi questionada sobre a apropriação dos conteúdos abordados e as evidências observadas sobre o aprendizado da aluna, ressaltando que:

Ajudaram uma estudante com deficiência visual na apropriação dos conceitos ministrados nas aulas de química. É muito importante que os estudantes com deficiência visual manipulem o objeto de conhecimento, que sejam incentivados com uma aprendizagem realmente interessante. Esta intervenção, em particular, trouxe o interesse e a reflexão da importância do aprendizado, específico para sua deficiência. O momento a qual, vi a aluna se apropriando do conhecimento adquirido foi na apresentação, com a pesquisadora, durante a feira de ciências, manipulando, tematizando o objeto de estudo, protagonizou uma lógica própria, tornando a aprendizagem concreta e interessante, dentro do seu universo (Questionário - Professora do AEE - 20/09/19).

Sobre o aprendizado da aluna, decorrente da intervenção, a professora do AEE complementa:

Temos que nos colocar no lugar dos estudantes, neste caso específico do trabalho realizado, a abordagem dos materiais adaptados para esta deficiência foi essencial para o processo de aprendizagem, conseguindo assim, um meio para o conhecimento científico e para compreender o processo, não só transmitindo códigos ou teorias, mas contrapondo a perspectiva do conhecimento manipulado (Questionário - Professora do AEE - 20/09/19).

Nesse mesmo sentido, a professora reforçou em sua fala a importância do planejamento do professor da sala de aula regular em consonância com os propósitos do AEE atentando para as necessidades da estudante, o que contribuiu de forma positiva para o alcance de seu potencial.

Foi essencial para o desenvolvimento da estudante a mediação dos professores de química e do AEE durante a intervenção didática, pois foram necessárias adaptações das aulas para seu melhor acompanhamento. Esta flexibilidade no planejamento e a atuação conjunta dos professores com a pesquisadora contribuiu para o bem estar da discente, que atuou com voz ativa durante o processo, promovendo assim o desenvolvimento de sua autonomia.

Interação social entre os sujeitos – A contribuição docente no processo formativo da discente.

Esta categoria centrou olhar na relação entre a discente e os professores, assim como sua relação como estudante, pertencente a um grupo diversificado de colegas de classe. A forma como se estabelecem as interações sociais pode contribuir para o desenvolvimento interpessoal e cognitivo, fato evidenciado pelo sentimento de pertencimento por parte da discente ao longo dos encontros realizados. Ficou perceptível uma mudança quanto ao seu maior interesse e melhor rendimento em química, o que pode estar relacionado ao aumento das interações estabelecidas com os colegas de classe.

A relação entre a professora do AEE e a discente é muito forte, a docente possui experiência de mais de dez anos com estudantes com deficiência visual e se propõe a auxiliá-la em todas as disciplinas do primeiro ano do ensino médio, realizando a tradução de provas e materiais didáticos para o Braille, estando sempre muito presente na vida escolar e pessoal da discente. A aluna reconhece o engajamento da professora do AEE, uma vez que são adaptados os materiais com o intuito de auxiliá-la para que haja uma efetiva aprendizagem.

Previamente a realização deste trabalho, a professora do AEE não adaptava materiais para as aulas de química. O professor de química, apesar de ser muito preocupado com o desenvolvimento da estudante, não sabia como intervir nas aulas com o uso de um material adaptado. A professora do AEE, por sua vez, não possuía conhecimentos aprofundados na área de química, por esta razão não havia preparado até o momento da intervenção da pesquisa os materiais neste seguimento.

Quanto ao professor de química, observou-se uma relação respeitosa durante o processo de ensino e aprendizagem. A discente faz questão de chamar a professora do AEE, o professor de química e também o professor de Física como “Anjos na minha vida” (Diário de Campo - 13/08/19)”. Diante da expressão da aluna, dos professores nela presentes e ausentes, pode-se afirmar que “o processo de ensino-aprendizagem, atividade consciente do ser humano, não envolve somente questões cognitivas” (Leite & Tagliaferro, 2005, p. 258).

Um fato constatado durante o acompanhamento da discente na escola de ensino regular foi a organização da turma para a apresentação de trabalhos na feira de Ciências, que iria ocorrer no mês de agosto de 2019. Nesta feira, os grupos de estudantes escolhem trabalhos científicos ou culturais a serem apresentados. Estes trabalhos são avaliados por uma comissão que atribui uma nota de até dois pontos sobre a média de cada uma das disciplinas.

Durante o encontro III, "A discente me relatou que não estava incluída em nenhum grupo para realizar atividades na feira de Ciências, e me pediu auxílio para desenvolver junto com ela alguma atividade relacionada à feira de ciências, de modo que ela pudesse explicar” (Diário de Campo - 28/06/19)”.

Observa-se que para efetiva inclusão e maior integração da estudante com os colegas, havia potencial coletivo para transformar a segregação existente em sala. Mostrando-se que existem “[...] várias barreiras a serem superadas para que a pessoa com deficiência possa ter acessibilidade e ser efetivamente incluída. Uma das barreiras, muito comum nos espaços sociais e na escola é a atitudinal que tem como principal objeto de preconceito” (Bock & Silva, 2013, p. 71).

Apesar de haver um bom relacionamento entre a discente e seus colegas de sala de aula, por vezes ela não interagiu muito, pois sentava logo na primeira carteira da fileira central para ouvir as explicações dos professores. Foi possível perceber que os colegas a tratavam com respeito, mas sem um contato muito próximo, como normalmente é observado em grupos de adolescentes com a mesma faixa etária.

O professor da disciplina desconhecia a informação de que a discente não estava inserida em um grupo para a realização dos trabalhos da feira de Ciências, tão logo soube apresentou-se preocupado e engajado em resolver esta situação. Com a mediação do professor, a discente foi inserida em um grupo de colegas para apresentar um trabalho referente à bobina de Tesla, e paralelamente a este trabalho em grupo, apresentando também os materiais didáticos utilizados ao longo das intervenções de Química vivenciadas no AEE.

Os visitantes da feira de ciências eram estudantes da própria escola, porém não eram seus colegas de sala, e sim os demais estudantes de outras turmas, principalmente segundas e terceiras séries do ensino médio. Todos se apresentaram encantados pelos materiais em Braille e pelo conhecimento da discente, agradecendo as explicações e parabenizando-a pela apresentação. Este percurso contribuiu não apenas para apropriação dos conhecimentos químicos da discente, mas também para trazer uma maior autonomia e confiança a ela, além de proporcionar amplitude do conhecimento a todos os estudantes que tiveram contato com o tema. As autoras Bock, Beche & Silva (2012, p. 55) que trabalham a educação especial numa perspectiva sociointeracionista, ao citar Vygotsky (1997, p. 44), afirmam que “o que decide o destino da personalidade é, em última instância, não o defeito em si, mas suas consequências sociais, sua realização sociopsicológica”.

A evolução da discente na aquisição dos conhecimentos químicos e no relacionamento interpessoal com os colegas pode ser evidenciada pela fala do professor de química:

Está mais dinâmica, se envolve com mais interesse sobre assuntos pertinentes ao cotidiano da sala de aula e ao ambiente escolar. Está mais consciente da sua capacidade de aprendizagem, interage com mais facilidade com os colegas de sua classe e demonstra felicidade e interesse quando é questionada e compreendida como ser humano e aluna (Questionário - Professor de química - 07/09/19).

Durante o acompanhamento das atividades em sala de aula ficou evidente a preocupação do professor em certificar-se de que a aluna estava aprendendo os conteúdos abordados, bem como apresentou um olhar diferenciado quanto ao modo de avaliação da aprendizagem. Essa percepção também foi mencionada pela discente, que comentou algumas vezes sentir diferença na maneira como é tratada pelos professores de química e física, pois preocupam-se com seu aprendizado, o que faz com que ela tenha ainda mais carinho por esses professores e apreço por suas disciplinas.

A partir do momento em que o professor assume a inclusão, o mesmo deve se disponibilizar a um repensar sobre a prática educativa, que contemple as necessidades educacionais dos estudantes com deficiência visual. Essa prática educativa deve possuir características variadas para que discentes com deficiência visual motivem-se em estudar conteúdos relacionados à química e sejam de fato incluídos. Pois “dependendo das condições sociais da pessoa, a deficiência primária se converte em secundária” (Vygotsky, 1997, p. 44).

Para êxito do processo inclusivo do deficiente visual no ambiente escolar regular, deve-se levar em consideração o papel mediador do professor na construção do saber e na promoção das potencialidades (Santos & Paulino, 2006). Paulo Freire apontava ser necessário à formação docente, em uma perspectiva progressista, que o “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (Freire, 1996, p. 47).

Em diversos momentos ao longo da intervenção foi possível evidenciar um vínculo maior entre a discente e seus colegas. No sexto encontro a estudante optou por explicar aos colegas o que havia aprendido sobre o diagrama de Linus Pauling no AEE, demonstrando preocupação com a turma quando mencionou: “Eles terão prova sobre este assunto na próxima semana, e se eu explicar sobre isto, vai auxiliá-los na prova”. Apesar desse fato ter decorrido antes da participação dela na feira, este foi determinante pois rompeu parte da barreira comunicacional dela com a turma.

Durante a explicação da aluna todos os estudantes ficaram quietos e atentos, demonstrando respeito por ela. A discente demonstrou-se muito feliz quando esteve apresentando o diagrama de Linus Pauling diante da turma, apesar da ansiedade. A própria configuração do material e a transposição didática do tema pela estudante fizeram com que houvesse aproximação com a “Tecnologia Assistiva no espaço escolar, vislumbrando uma prática pedagógica que contemple a todos os estudantes da sala de aula” (Bock, Beche & Silva, 2012, p. 68).

Logo no início da aula a estudante não queria apresentar a atividade, por acreditar que não saberia explicar o que aprendeu, e sentir vergonha de estar na frente de toda a turma. Para que a “educação seja inclusiva, tem que possibilitar interações sociais mediadoras que propiciem aos sujeitos compreenderem o mundo e sua cultura, participando ativamente e com autonomia do processo de construção social” (Bock, Beche & Silva, 2012, p. 63).

Apesar de possuir dificuldade de comunicar-se em grupo, em uma segunda apresentação realizada para a turma, referente ao estudo da tabela periódica, a discente se mostrou mais confiante e apresentou uma significativa evolução quanto a sua oratória, fato que amplia a zona de desenvolvimento real de sua aprendizagem.

Apropriação do conhecimento químico

Nesta categoria evidenciaram-se os conhecimentos apropriados pela discente e seu contínuo desenvolvimento observado ao longo das intervenções didáticas. No primeiro dia de intervenção a discente foi questionada quanto ao seu interesse pelo estudo das unidades curriculares que compõem a área de Ciências da Natureza: “Não sei dizer ao certo, mas acho legal, gosto porque ciências está em todas as coisas.” Em sua fala ficou evidente a percepção de que os conteúdos destas disciplinas explicam os fenômenos macroscópicos que nos rodeiam, entretanto, a aluna não apresentou explicações associadas aos conhecimentos químicos.

No primeiro encontro iniciou-se uma investigação acerca dos conhecimentos prévios que a aluna possuía. Quando questionada sobre os elementos químicos que seriam de seu conhecimento, considerando suas vivências, mencionou os elementos ferro e cálcio. Nesse sentido, evidenciou-se o conhecimento real a partir da associação realizada por ela quanto à presença desses elementos em nosso dia a dia: “O ferro no feijão e o cálcio no leite”.

No momento em que foi questionada sobre a constituição química dos materiais utilizados em nosso cotidiano, a aluna necessitou de mediação para lembrar os utensílios do dia a dia, lembrando do elemento alumínio. A partir dessa problematização inicial, que teve por intuito despertar a atenção e interesse da discente, bem como analisar os seus conhecimentos prévios, iniciou-se o estudo do átomo e de suas partículas subatômicas.

Apesar de seus conhecimentos prévios se concentrarem em um nível macroscópico, a estudante demonstrou um interesse em aprender. Considerando o fato de estar na primeira série do ensino médio, a estudante possuía um bom conhecimento sobre os elementos químicos, entretanto carecia de materiais adaptados que permitissem alcançar maior desenvolvimento de sua aprendizagem.

De acordo com Bock & Silva (2013, p. 40), “a maioria das pesquisas realizadas nos últimos anos sobre o desenvolvimento cognitivo de crianças com deficiência visual mostra que, ao atingir a adolescência e/ou idade adulta, elas podem chegar a um nível de desenvolvimento funcional equivalente ao das pessoas que enxergam”. Caso que também se verifica neste estudo, onde a discente é muito ativa em sua cognição e possui grande potencial de aprendizagem.

No decorrer dos encontros descritos no Quadro 01, observou-se um avanço quanto à apropriação dos conhecimentos científicos de química, conforme transcrição do áudio enviado pela discente no WhatsApp® à pesquisadora, logo após o encontro III:

Estou mexendo no Quimivox Mobile melhor que tu, e é muito massa!!!; É assim que faz, por exemplo: encontrei o elemento cálcio, toca com os dois dedos sobre a tela, ele vai abrir uma abinha com um monte de ícones....Clicando com os dois dedos no elemento lindo e maravilhoso, tem a distribuição eletrônica, número atômico e massa atômica. Eu fiquei de cara, porque dá para ver a tabela periódica de baixo para cima, de cima para baixo, dá para ver um monte de coisas. Tomara que o professor deixe eu usar como uma colinha na prova (Diário de Campo da Pesquisadora - Set. 2019).

Conforme enfatizado por Oliveira (2019), na última versão do aplicativo foram adotadas técnicas de manuseio com o intuito de facilitar o acesso para os estudantes com deficiência visual. Além disso, as estratégias de pesquisa propiciam uma maior autonomia quanto ao uso da ferramenta. Ao final do processo, evidenciou-se a aquisição de diversos conhecimentos por parte da discente, como: estrutura atômica, organização da tabela periódica e estudo das substâncias simples e compostas. Durante a apresentação nas Feiras de Ciências (encontros VI e VII), explicou que: “encontramos os elementos químicos na natureza geralmente ligados a outros elementos químicos, como as substâncias compostas: gás carbônico, água, cloreto de sódio”.

Em sua explicação sobre a tabela periódica aos visitantes da feira, mencionou que “O Hidrogênio não possui família na tabela periódica, mas todos os outros elementos estão organizados em famílias, as famílias dos metais alcalinos terrosos e metais alcalinos estão representadas com texturas diferentes nessa tabela maravilhosa em Braille” (Diário de Campo da Pesquisadora-2019).

Recorrendo aos registros do diário de campo, foi possível evidenciar também uma apropriação dos conhecimentos químicos por parte da discente, se comparado ao primeiro encontro. Além da menção aos elementos químicos ferro e cálcio, referiu-se ao “[...] Carbono, presente no lápis, grafite, o fósforo da caixa de fósforo, o mercúrio, que é usado para fazer termômetro, o hidrogênio presente na água, que não possui família, e os sintéticos, que foram desenvolvidos pelos cientistas” (Diário de Campo da Pesquisadora-2019).

As questões problematizadoras realizadas no primeiro encontro foram retomadas ao final da intervenção, a fim de perceber o interesse e estudo pelas Ciências: “Eu amo ciências, e principalmente química que sou completamente apaixonada, porque é possível observar muitas transformações, reações e está em tudo que utilizamos na natureza”.

Quando questionada sobre o que é o átomo, apesar de uma breve pausa para lembrar o assunto, ressaltou que “Possui elétrons nas eletrosferas e prótons e nêutrons no núcleo”, referindo-se a aspectos no nível microscópico da matéria. Buscando caracterizar o átomo, verificou-se que a discente utilizou os conhecimentos vinculados ao modelo atômico de Rutherford, ao mencionar a existência de partículas subatômicas e eletrosfera. Cabe ressaltar que “o modelo atômico não é uma descoberta, mas sim uma criação científica, que é utilizada para explicar e prever o comportamento macroscópico da matéria” (Melo & Neto, 2013, p. 114). Além disso, Barreto, Resende Filho e Nascimento (2009) apontam que o uso de modelos para o estudo da Atomística confere uma concretude aos conhecimentos abstratos, a partir de uma abordagem a nível simbólico que visa facilitar a aprendizagem dos estudantes com deficiência visual.

A estudante apresentou-se muito empolgada durante toda a intervenção, por conhecer a química por meio de recursos didáticos táteis, além dos recursos auditivos que também foram utilizados. Socializando o que aprendeu, aumentou a significação e interiorização dos conceitos, símbolos e todos os assuntos abordados, transformando as suas zonas de desenvolvimento. Essa

premissa foi válida para a discente que protagoniza suas apresentações na turma e nas feiras de Ciências, como para a pesquisadora, que teve seu primeiro contato com a educação especial. Verificou que nesse contexto, havia um conjunto de elementos mediadores atuando para que a estudante pudesse concretizar o desenvolvimento que lhe estava próximo, ou seja, obteve ajuda para transformar o desenvolvimento potencial em desenvolvimento real (Coelho & Pisoni, 2012). No processo de construção dos instrumentos, também ficou explícita a indissociabilidade entre afetividade e cognição, fato que possa ter agregado para evolução das aprendizagens da estudante. “As práticas pedagógicas que se constituem a partir da relação professor-aluno promovem a construção do conhecimento e também vai marcando afetivamente a relação com o objeto a ser conhecido” (Leite & Tagliaferro, 2005, p. 258).

Ao final das intervenções foi possível perceber que a discente reconheceu muito bem os elementos químicos por meio de suas simbologias. Em um momento a discente tateou a tabela periódica, e antes de verificar o símbolo do elemento químico exclamou, “encontrei o ouro!”, e ao ser questionada como ela sabia que se tratava do ouro, respondeu: “Por que o número atômico é 79, quer ver que o símbolo só pode ser Au?”. A Figura 05 apresenta a discente utilizando os materiais didáticos desenvolvidos durante a caminhada do projeto.



Figura 05 – Discente conhecendo a tabela periódica desenvolvida em Braille
Fonte: Autores (2020).

Ao tatear o modelo 3D, a discente surpreendeu com outra fala quando fez a associação do mesmo com a orelha de *Mickey*, tendo por base suas histórias pessoais anteriores. Os modelos atômicos impressos em 3D estão apresentados na Figura 06.



Figura 06 – Modelos atômicos impresso em 3D
Fonte: Autores (2020).

Quando questionado pelo professor de química sobre suas percepções acerca dos aspectos atitudinais e interpessoais demonstrados pela discente ao longo do processo, destacou que houve um notável crescimento disciplinar, um maior comprometimento e entendimento dos assuntos relacionados à química. “A aluna demonstra mais atenção, responde aos questionamentos com

clareza, tem grande interesse em materiais e dispositivos que podem adaptar e promover um maior entendimento da disciplina” (Questionário - Professor de química - 07/09/19).

A professora do AEE enfatizou que os encontros “ajudaram a estudante com deficiência visual na apropriação dos conceitos ministrados nas aulas de química”. Quanto à elaboração dos materiais planejados e elaborados para serem utilizados com a discente, a professora menciona que “É muito importante que os estudantes com deficiência visual manipulem o objeto de conhecimento [...]. Esta intervenção, em particular, trouxe o interesse e a reflexão da importância do aprendizado, específico para sua deficiência”. (Relato - Professora AEE - 20/09/19).

Os anseios da professora do AEE ficaram evidentes no momento em que ela relata que “Seria muito interessante inclusive se todos os estudantes possuíssem essa oportunidade de contato com este material, e materiais similares a este em todas as matérias, como biologia, geografia” (Relato - Professora AEE - 20/09/2019).

No último encontro, realizado na III Feira Cultural e Científica da escola de ensino fundamental que fica no bairro vizinho e sede da sala do AEE, a aluna novamente evidenciou uma apropriação do conhecimento ao explicar que os elementos da tabela periódica “têm diferentes estados físicos, podem ser sólidos, líquidos, gasosos, sintéticos”. Quanto ao diagrama de Linus Pauling, descreve que “representa as subcamadas dos átomos, onde cada caixinha do subnível comporta dois elétrons e é possível fazer a distribuição dos elétrons em cada camada, na camada p cabem seis elétrons e na camada d cabem dez elétrons”. Apesar da discente ter expressado os seus conhecimentos com base no elétron como partícula, referindo-se à ocupação deste em subníveis de energia, a abordagem relacionada à dualidade onda-partícula foi realizada pela pesquisadora durante os encontros destinados ao estudo dos modelos atômicos. Deste modo, considera-se esta uma limitação do modelo elaborado para o diagrama de Linus Pauling, uma vez que os elétrons, representados pelos palitos de fósforo, são dispostos em subníveis representados por caixas de fósforo, podendo ocasionar equívocos quanto a possibilidade de determinar a posição de uma partícula. Para que não ocorram erros conceituais e uma visão distorcida quanto à natureza da ciência, considera-se de fundamental importância a mediação do professor durante o processo de aprendizagem, enfatizando os aspectos relacionados ao uso de modelos no ensino de Química (Cachapuz et al., 2011; Melo & Neto, 2013).

Por fim, a discente expressou o seu contentamento quanto a sua participação na feira de Ciências por meio da rede social Facebook®.

Hoje foi o dia da feira cultural e científica do meu tão amado colégio, é claro que eu tinha que estar lá para participar. Fiz a explicação de vários materiais acessíveis, dentre eles duas tabelas periódicas em Braille, um diagrama de Linus Pauling todo em alto relevo feito pela “acadêmica pesquisadora” três ou quatro livros explicando um pouco sobre a tabela periódica e algumas outras coisas, dentre outros materiais lá disponibilizados. (Diário de Campo da Pesquisadora - Set. 2019).

No primeiro encontro da intervenção didática, foram observados conhecimentos prévios da discente a respeito da disciplina de química (com explicações no nível macroscópico), apresentando conhecimento de alguns elementos químicos utilizados no cotidiano, mas sem grande complexidade. Destacou-se o fato de que, desde o início, ela também apresentou afinidade por ciências naturais e interesse em aprender. O que foi evidenciado ao longo do processo, em que a discente apresentou-se engajada em progredir nas aprendizagens.

Após o período de intervenções didáticas a discente compartilhou o conhecimento apropriado com seus colegas de classe em sala de aula e também em duas feiras Científicas e culturais. Por meio dos relatos dos professores envolvidos no processo e da própria discente, observou-se

progresso no âmbito das aprendizagens da discente. Considerou-se que os conhecimentos prévios, a que Vygotsky nomeia de zona de desenvolvimento real, foram modificados atingindo novos níveis de apropriação, conforme suas potencialidades. Esse percurso da aprendizagem, caracterizado por Vygotsky como zona de desenvolvimento proximal, decorre da estruturação das funções psicológicas superiores, resultantes das mediações e interações estabelecidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A química é uma disciplina com certo grau de complexidade e que utiliza recursos visuais para auxílio de sua compreensão, por isso a elaboração de materiais didáticos adaptados às necessidades dos discentes torna-se essencial no momento da elaboração de um planejamento inclusivo. Em articulação à construção dos instrumentos inclusivos, são igualmente importantes às relações pedagógicas que se estabelecem durante o processo de mediação, para que ocorra a interação sujeito-objeto. A própria articulação entre as dimensões afetivas e cognitivas se mostraram aliadas no enfrentamento das barreiras e desafios. Interações sociais estão sempre imbricadas de valores socialmente construídos e dos significados que se atribuem a eles. E a educação especial, como esta pesquisa mostrou, tem potencial para se posicionar diante desses valores no sentido de direcionar para mais mudanças e permanências, caminho que devemos coletivamente rumar.

A partir das relações estabelecidas ao longo desta pesquisa, reforça-se a importância da atuação conjunta entre os diferentes sujeitos envolvidos nas interações sociais, o que revela a importância do papel do professor de sala, da atuação dos professores do AEE, de um segundo professor (interlocutor entre a sala de aula, família e o AEE), bem como dos colegas de classe.

Apesar de os estudantes com deficiência visual não possuírem direito legal quanto ao acompanhamento de um segundo professor, a presença desse docente em sala, em período integral, contribuiria ainda mais com a ampliação do repertório de experiências e com o processo de aprendizagem, assim como foi constatado com base nos dados desta pesquisa.

Outro ponto ressaltado durante a pesquisa é que a inclusão real ainda difere-se da inclusão ideal dentro da educação básica. Contudo, o percurso de intervenções didáticas se mostrou fundamental não apenas para apropriação dos conhecimentos químicos da discente, mas também para trazer uma maior autonomia e confiança a ela, que se sentiu mais valorizada ao ter contato com materiais didáticos desenvolvidos para atender todas as suas necessidades.

Antes da aplicação das intervenções didáticas utilizando os materiais táteis, a aprendizagem ocorria apenas por audição, sem proporcionar um contato mais efetivo com a disciplina de química no plano tátil. Comparando as explanações da discente que abordavam seus conhecimentos químicos ao longo da intervenção didática, observou-se que houve evolução. Partiu-se de um conhecimento real da disciplina de química, no nível macroscópico, passando ao conhecimento de conceitos químicos de maior complexidade relacionados ao nível submicroscópico, que pôde ser observado também com o compartilhamento do conhecimento adquirido com seus colegas em sala de aula e em duas feiras de Ciências.

A utilização de material grafotátil e modelos para serem trabalhados com estudantes com deficiência visual podem contribuir para a aquisição de conhecimentos que demandam uma alta abstração, referindo-se ao nível submicroscópico. Neste trabalho utilizou-se modelos para abordar a constituição atômica visando representar os fenômenos macroscópicos. Para o nível representacional, caracterizado pelo uso de simbologias próprias da química para a representação de fenômenos e substâncias, utilizou-se a grafia química em Braille no momento da elaboração dos recursos e materiais.

Ainda sobre a apropriação de conhecimento da discente, pôde-se observar pelos relatos dos professores que as intervenções contribuíram também para a sua autonomia e motivação, que passou a apresentar-se mais dinâmica, e interessada pelos assuntos abordados em sala de aula, além de estar mais confiante perante a sua capacidade de aprendizagem, e conseqüentemente interagindo melhor com seus colegas.

Desse modo, esta pesquisa evidenciou que os objetivos pedagógicos da intervenção foram alcançados, desde o desenvolvimento do material didático até a intervenção e avaliação dos conhecimentos atrelados, ressaltando a importância de proporcionar um ensino de qualidade aos estudantes com deficiência visual, trabalhando com empatia e respeitando a individualidade de cada discente, o que é essencial para a efetiva inclusão.

Os materiais didáticos desenvolvidos ao longo da intervenção, foco desta pesquisa, foram doados ao AEE que atende estudantes com deficiência visual, na expectativa que estes recursos sejam utilizados em intervenções futuras, ampliando o acesso para mais estudantes. A partir deste estudo almeja-se que outros profissionais da área da educação deem continuidade, desenvolvendo outros materiais destinados ao ensino de química.

REFERÊNCIAS

Alves, B. C. (2020). A visão como obstáculo epistemológico para a aprendizagem de modelos atômicos. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ.

Anjos, V. P., & Souza, M. A. C. (2016). O atendimento educacional especializado: análise das publicações do PPGÉ. *Revista Educação Especial em Debate*. Recuperado em 2 de novembro, 2019, de <http://periodicos.ufes.br/REED/article/view/14597/10245>.

Barreto, I. S., Resende Filho, J. B. M., & Nascimento, Y. I. F. (2009). *Ensino de Química e inclusão: confecção de modelos atômicos que facilitem a aprendizagem de alunos deficientes visuais*. In: 7º Simpósio Brasileiro de Ensino de Química, 2009, Salvador, BA. Anais do 7º SIMPEQUI.

Benite, A. M. C., Batista, M. A. R. S.; da Silva, L. D., & Benite, C. R. M. (2014). O diário virtual coletivo: um recurso para investigações dos saberes docentes mobilizados na formação de professores de Química de deficientes visuais. *Química Nova na Escola*, 36 (1), 61-70.

Benite, C. R. M., Benite, A. M. C., Bonomo, F. A. F., Vargas, G. N., Araújo, R. J. S., & Alves, D. R. (2017). A experimentação no Ensino de Química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado. *Química Nova na Escola*, 39 (3), 245-249.

Brasil (1999). Ministério da Educação. *Secretaria de Educação Especial*. Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999. Recuperado em 21 de março, 2019, de <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/dec3298.pdf>.

Brasil (2002). Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Recuperado em 13 de abril, 2019, de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>.

Brasil (2011). Ministério da Educação. *Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação*. Resolução nº 27 de 2 de julho de 2011. Programa Escola Acessível. Recuperado em 25 de novembro, 2019, de http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17428&Itemid=817.

- Brasil (2015). Portaria Conjunta MDS/INSS, nº 02 de 30 de março de 2015. *Dispõe sobre os critérios, procedimentos e instrumentos para avaliação social e médico-pericial da pessoa com deficiência para acesso ao Benefício de Prestação Continuada*. Diário Oficial da União. Recuperado em 25 de novembro, 2019, de <https://www.maragabrilli.com.br/wp-content/uploads/2016/03/Guia-sobre-a-LBI-digital.pdf>.
- Brasil (2017). Ministério da Educação. *Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais*. Recuperado em 13 de abril, 2019, de <http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/32105>.
- Brasil (2018). *Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio*. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica.
- Bock, G. L. K., & Silva, S. C. (2013). *Simbologia Braille*. 1. Ed.– Florianópolis: DIOESC: UDESC/CEAD/UAB.
- Bock, G. L. K., & Beche, R. C. E. & Silva, S. C (2012). *Educação inclusiva*. Caderno Pedagógico – 1. Ed. Florianópolis: DIOESC: UDESC/CEAD/UAB.
- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J., & Vilches, A. (2011). *A necessária renovação do Ensino das Ciências*. 3. Ed. São Paulo: Cortez.
- Coelho, L., & Pisoni, S. (2012). Vygotsky: sua teoria e a influência na educação. *Revista e-Ped*, 2 (1).
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa*. 2. Ed. São Paulo: Paz e Terra.
- Freitas-Reis, I., Fernandes, J. M., Franco-Patrocínio, S., Faris, F. L., & Carvalho, V. (2017). Adaptações táteis de modelos atômicos para um ensino de química acessível a cegos. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extraordinario, 4015-4019.
- Leite, S. A. da S., & Tagliaferro, A. R.. (2005). A afetividade na sala de aula: um professor inesquecível. *Psicologia Escolar e Educacional*, 9 (2), 247-260.
- Melo, M. R., & Neto, E. G. L. (2013). Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. *Química Nova na Escola*, 35 (2), 112-122.
- Oliveira, A. S. (2019). *QUIMIVOX MOBILE 2.0: desenvolvimento de ferramenta no ensino da tabela periódica e distribuição eletrônica aos deficientes visuais utilizando dispositivos móveis*. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada), Mestrado profissional em Computação Aplicada, Universidade Federal do Pará, Tucuruí.
- Santa Catarina (2014). Proposta Curricular de Santa Catarina: formação integral da educação básica. Governo do Estado. Secretaria de Estado da Educação.
- Santos, M. P., & Paulino, M. M. (2006). *Inclusão em educação: Culturas, políticas e práticas*. São Paulo: Cortez.
- Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P. (2003). *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Editora Unijuí.
- Silva, R. P. (2017). A Tabela Periódica como Tecnologia Assistiva na Educação de Química para Discentes Cegos e com Baixa Visão. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e

Tecnológica). Programa de Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

Simão, L. V. P. (2017). Educação para deficientes visuais: Um processo de inclusão, *Instituto Itard: Cursos de Educação Especial*, Teresópolis – RJ. Recuperado em 5 junho, 2019, de <https://institutoitard.com.br/educacao-para-deficientes-visuais-um-processo-de-inclusao/>.

Tripp, D. (2005). Educação e Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, 31 (3), 443-466.

Vygotsky, L. S. (1984). *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes.

Vygostky, L. S. (1997). *Obras escogidas*. Madrid: Editorial Pedagógica.