



INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – CAMPUS SOUSA
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

NATÁLIA ALVES PENA SILVA

**CONFECÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS SOBRE PROPRIEDADES
PERIÓDICAS COMO ESTRATÉGIA INCLUSIVA PARA O ENSINO DE QUÍMICA
PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

SOUSA (PB)

2020

NATÁLIA ALVES PENA SILVA

**CONFECÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS SOBRE PROPRIEDADES
PERIÓDICAS COMO ESTRATÉGIA INCLUSIVA PARA O ENSINO DE QUÍMICA
PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior de
Licenciatura em Química do Instituto Federal
da Paraíba – Campus Sousa, como requisito
para a obtenção do título de Licenciada em
Química.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Moura de
Resende Filho

SOUSA (PB)

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Leandro da Silva Carvalho – Bibliotecário CRB 15/875

Silva, Natália Alves Pena
S586c Confeção de recursos didáticos sobre propriedades
periódicas como estratégia inclusiva para o ensino de
Química para alunos com deficiência visual / Natália Alves
Pena Silva. – Sousa, 2020.
61f.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Moura de Resende Filho
TCC (Graduação - Licenciatura em Química) – IFPB, 2020.

1. Educação Inclusiva. 2. Deficiência Visual. 3. Propriedades
periódicas. I. Resende Filho, João Batista Moura de. II. Título.

IFPB Sousa / BS

CDU 54



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA –
CAMPUS SOUSA – COORDENAÇÃO DOS CURSOS SUPERIORES
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Confecção de recursos didáticos sobre Propriedades Periódicas como estratégia inclusiva para o ensino de Química para alunos com deficiência visual.

Autor(a): Natália Alves Pena Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Aprovado pela Comissão Examinadora em: 08/10/2020.

Dr. João Batista Moura de Resende Filho
IFPB – Campus Sousa
Professor(a) Orientador(a)

Me. Nathália Kellyne Silva Marinho Falcão
Escola Dr. João Alfredo, Goiana (PE)
Examinador 1

Me. Valmiza da Costa Rodrigues Durand
IFPB – Campus Sousa
Examinador 2



INSTITUTO FEDERAL
Paraíba
Campus Sousa

CNPJ nº 10.783.898/0004-18

R. Presidente Tancredo Neves, s/n – B. Jardim Sorriândia – Sousa – PB
CEP: 58800-970 – Caixa Postal: 49 – Fones: (83)3522-2727/2728

Aos meus pais, que muito me apoiaram, sendo meus pilares quando eu achava impossível a conclusão desse sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ser meu principal orientador, sempre me concedendo força, fé, ânimo e coragem para concluir o curso.

Aos meus pais, Isabel e Ricardo, os dois grandes amores da minha vida que me ensinaram a lutar pelos meus sonhos de maneira digna, com determinação e humildade.

Aos meus irmãos, João Vitor, Miguel e Maria Valentina, por serem os responsáveis em tornar os meus dias melhores.

A minha avó Luzana e a minha tia Lorena, por incentivarem a prática desse sonho.

A Kedma, amiga/irmã, por estar ao meu lado nos bons e maus momentos e, em todos eles, sendo o meu apoio.

A Jéssica, amiga e baixinha mais nervosa do Campus, exemplo de superação, em todas as circunstâncias me escutou, secou minhas lágrimas e me falou muitos sermões.

A Rayanne, a quem carinhosamente chamo de Nanny, sendo meu ponto de equilíbrio, com sua calma e conselhos.

A Luiz Henrique, amigo que me fazia sorrir até nos meus piores dias.

A Emanuel, amigo, conselheiro, ouvinte, meu professor de vida; com você aprendi a sempre preservar minha paz e minhas emoções.

A Maire, amiga/irmã, minha florzinha delicada, sensível e determinada, sinônimo de alegria, dona de um sorriso lindo e encantador, peça fundamental na minha vida.

A Eloisa, amiga/irmã, que sempre me falava o quanto eu sou louca por ter escolhido ser professora.

A João Batista, meu orientador crânio que nunca dorme, obrigada por ter tanta paciência e por toda a ajuda durante todos esses anos.

A todos os meus professores, por quem tenho profunda admiração e respeito.

A todos os funcionários do Campus, por sempre serem educados e gentis.

Ao IFPB, que me acolheu, tornando-se um dos meus lugares favoritos.

“Eu quero ser tudo que sou capaz de me tornar.” (Katherine Mansfield, 1956, p. VIII)

RESUMO

A Educação Inclusiva parte do pressuposto de que todas as pessoas, sem exceções, têm o direito à Educação e devem ser inseridas de forma efetiva no âmbito escolar. No que tange ao ensino de Química, ainda há certa carência de recursos didáticos com características inclusivas e que permitam alunos com deficiência visual (DV) terem acesso ao conhecimento ao qual o material didático faz referência. O presente trabalho tem como objetivo a confecção de materiais didáticos sobre o tema propriedades periódicas dos elementos químicos, fazendo uso de materiais alternativos e de baixo custo. Foram confeccionados sete materiais didático-pedagógicos bidimensionais em alto relevo sobre placas de MDF, com a finalidade de demonstrar como as propriedades periódicas se comportam ao longo da tabela periódica. Os recursos foram confeccionados tendo como instrumento norteador os requisitos de acessibilidade dispostos no Desenho Universal da Aprendizagem (DUA). Os materiais foram avaliados por um licenciado em química DV e uma transcritora/revisora braille. Segundo estes avaliadores, os recursos didáticos apresentam características inclusivas e permitem que alunos DV tenham acesso ao conhecimento pela percepção tátil, podendo, portanto, serem utilizados nas aulas de Química por qualquer indivíduo.

Palavras-Chave: Educação Inclusiva. Deficiência Visual. Propriedades periódicas.

ABSTRACT

According to the principles of the Inclusive Education, all people, without exceptions, have the right to Education and must be inserted effectively in the regular schools. Regarding the teaching of Chemistry, there is still a lack of didactic resources with inclusive characteristics that allow students with visual impairments (VI) to have access to the knowledge to which the didactic material. The present work aims to make didactic materials about periodic properties of chemical elements. The resources were made using alternative and low-cost materials. Seven two-dimensional didactic-pedagogical materials in high relief on MDF boards were made in order to demonstrate how the periodic properties behave along the periodic table. The resources were made using the accessibility requirements set out in the Universal Design of Learning (UDL) as a guiding instrument. The materials were evaluated by a chemistry undergraduate with visual impairment and a Braille transcriber/reviewer. According to these evaluators, the didactic resources have inclusive characteristics and allow VI students to have access to knowledge through tactile perception, therefore, they can be used in Chemistry classes by any individual.

Key words: Inclusive Education. Visual impairment. Periodic properties.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Dimensões ou níveis no ensino da Química	16
Figura 2 –	Representação da medida do raio aparente do átomo	21
Figura 3 –	Comportamento da propriedade periódica raio atômico na Tabela Periódica	21
Figura 4 –	Comportamento da propriedade periódica energia de ionização na Tabela Periódica	25
Figura 5 –	Comportamento da propriedade periódica eletroafinidade na Tabela Periódica	26
Figura 6 –	Comportamento da propriedade periódica eletronegatividade na Tabela Periódica.....	27
Figura 7 –	Comportamento da propriedade periódica eletropositividade na Tabela Periódica.....	29
Figura 8 –	Materiais didáticos bidimensionais táteis que denotam como as propriedades periódicas se comportam ao longo dos grupos e períodos da Tabela Periódica	35
Figura 9 –	Materiais didáticos inclusivos que denotam, a partir de modelos atômicos de Rutherford-Bohr bidimensionais táteis, como o raio atômico se comporta ao longo dos grupos e períodos da Tabela Periódica	37
Figura 10 –	Ímãs e esferas metálicas para usar como modelo representativo para a compreensão sobre energia de ionização	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Requisitos de Acessibilidade segundo o Desenho Universal	17
-------------------	--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Estratégias inclusivas no ensino de Química para alunos com deficiência visual	14
1.2	Noções gerais sobre propriedades periódicas dos elementos químicos	19
1.2.1	RAIO ATÔMICO	20
1.2.2	ENERGIA DE IONIZAÇÃO	24
1.2.3	ELETROAFINIDADE	25
1.2.4	ELETRONEGATIVIDADE	27
1.2.4.1	A eletronegatividade nos livros didáticos de Química	28
1.2.5	ELETROPOSITIVIDADE	28
2	OBJETIVOS	30
2.1	Objetivo Geral	30
2.2	Objetivos Específicos	30
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	Confecção do Material Didático	34
4.2	Avaliação do Material Didático	40
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
	REFERÊNCIAS	43
	APÊNDICE A – ROTEIRO DE AVALIAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO	48
	APÊNDICE B – RESUMO APRESENTADO NO V CONEDU	49
	APÊNDICE C – CADERNO ELUCIDATIVO QUE ACOMPANHA MATERIAL DIDÁTICO CONFECCIONADO	55
	ANEXO A – TABELA DE RAIOS ATÔMICOS DOS ELEMENTOS QUÍMICOS GERADA PELO SOFTWARE CrystalMaker®	60
	ANEXO B – VALORES DE RAIOS ATÔMICOS DOS ELEMENTOS QUÍMICOS NA TABELA PERIÓDICA	61

1 INTRODUÇÃO

A Educação Inclusiva consiste em uma mudança de paradigma cultural, em que se admite e reconhece que todo e qualquer indivíduo, independentemente de suas características, podem aprender e tem o direito ao acesso à educação formal (SASSAKI, 1999; MANTOAN, 2003). Logo, grupos sociais que eram excluídos do âmbito educacional por quaisquer motivos¹ devem ser inseridos efetivamente nas escolas regulares. Dentre as estratégias de inclusão desses grupos no ensino de Química, focaremos nosso estudo no processo de inclusão educacional das pessoas com deficiência visual.

Identifica-se como deficiente visual o indivíduo que apresenta a perda (cegueira) ou limitações (baixa visão) das funções do sistema visual, podendo ser classificada em: leve, moderada, severa ou profunda. A pessoa com deficiência visual deve ser e estar inserida na sociedade de forma ativa, nos diferentes ciclos da vida social, inclusive no âmbito escolar, pois são sujeitos completamente capazes de exercer a cidadania (PIRES *et al.*, 2007).

Diversamente do que poderíamos supor, o termo cegueira não é absoluto, pois reúne indivíduos com vários graus de visão residual. Ela não significa, necessariamente, total incapacidade para ver, mas, isso sim, prejuízo dessa aptidão a níveis incapacitantes para o exercício de tarefas rotineiras. Pedagogicamente, define-se como cego aquele que, mesmo possuindo visão subnormal, necessita de instrução em Braille (sistema de escrita por pontos em relevo) e como portador de visão subnormal aquele que lê tipos impressos ampliados ou com o auxílio de potentes recursos ópticos (CONDE, 2017, p. 1).

A quantidade de alunos com deficiência visual (DV)² no ensino regular não caracteriza a Educação Inclusiva, uma vez que esse conceito está atrelado à concepção de que não é suficiente apenas aceitar o aluno em sala de aula. Para a efetivação de uma Inclusão Escolar é primordial representar relevância, abrangendo o respeito, reconhecendo as diferenças, encontrando-se livre de preconceitos, dispondo da política de escolarização para todos de maneira igualitária (SASSAKI, 1999; MANTOAN, 2003). De acordo com Paula e coautores (2014), no processo de inclusão as escolas muitas vezes preocupam-se com o número de alunos com deficiência matriculados no ensino regular do que com a real inserção

¹ Pessoas com deficiência física (visual, auditiva, motora, múltipla etc.) e/ou intelectual (com Síndrome de Down, Autismo, Múltipla etc.), indígenas, negros(as), minorias étnicas, mulheres, pessoas com orientação sexual e/ou de gênero divergentes do padrão social heterossexual e gênero binário (inclusos as pessoas do movimento LGBT – gays, lésbicas, bissexuais, travestis, transexuais, queer, intersexo, assexuais etc.), pessoas de classes sociais economicamente desfavorecidas e/ou marginalizadas, idosos(as), entre outros.

² O termo adequado ao utilizar em trabalhos acadêmicos e documentos é “pessoas com deficiência”. Romeu Sasaki (2002) resume bem a evolução dos termos ao longo dos anos e o porquê dessas mudanças serem necessárias. Logo, considerando a especificidade desse trabalho, usaremos ao longo de todo o corpo do texto os termos “alunos” ou “estudantes com deficiência visual” (“alunos ou estudantes DV”). Termos como “portadores”, “necessidades educacionais especiais” etc., quando surgirem no corpo do trabalho, serão oriundos de citações diretas das referências aqui usadas.

destes no contexto educacional. Os resultados quantitativos não garantem que esteja realmente acontecendo a Educação Inclusiva de maneira bem sucedida. Para Pires *et al.* (2007), o crescente número de alunos DV no ensino formal não garante que a escola se torne um ambiente inclusivo, reconheça a diversidade e responda com qualidade didático-pedagógica às necessidades de aprendizagens desses alunos. Portanto, considera-se a inserção desses estudantes no meio escolar como o primeiro passo para a Inclusão; contudo, ele não pode ser o único.

Ao ponderar o ensino de Química e correlacioná-lo à Educação Inclusiva as dificuldades tornam-se maiores, visto que é imprescindível a utilização de materiais didáticos palpáveis, sejam bidimensionais ou tridimensionais, a fim de possibilitar o estudante DV compreender os conceitos químicos de modo consistente. No entanto, a carência desses materiais didáticos (quando comparados aos de cunho predominantemente visual), assim como de processos de formação continuada dos professores são obstáculos a serem enfrentados (PIRES *et al.*, 2007).

Gonçalves *et al.* (2013, p. 264) expõem que, de modo geral, “a formação de professores tem dado pouca atenção à [...] Educação Inclusiva e à educação para alunos com deficiência visual, em particular. Carência semelhante acontece com a proposição de materiais didáticos e atividades inclusivas vinculados ao ensino de Química.” Apesar desta carência, nas últimas décadas podemos encontrar um número crescente de trabalhos publicados em artigos e periódicos envolvendo o desenvolvimento desses recursos para facilitar o aprendizado de conceitos químicos para alunos DV no Brasil (GONÇALVES *et al.*, 2013; BOTERO *et al.*, 2011; LIMA *et al.*, 2016; PIRES *et al.*, 2007; MÓL *et al.*, 2004; 2016) e em outros países (TOMBAUGH, 1981; BOYD-KIMBALL, 2012; TEKE; SOZBILIR, 2019).

No contexto social e educacional do curso de Licenciatura em Química do IFPB, Campus Sousa, poucos são os materiais desenvolvidos para o ensino de Química a alunos DV: 1) modelos moleculares de hidrocarbonetos feitos com massa de biscoito, que foram apresentados informalmente durante um evento local (I Semana QUItassato), em 2017 (material não publicado), e 2) uma tabela periódica construída em alto relevo, utilizando-se de informações escritas em braille para auxiliar aos alunos DV a reconhecer os elementos químicos (material não publicado). Neste último material mencionado, muitas das informações escritas em braille não estavam de acordo com as normas dispostas na Grafia Química Braille para Uso no Brasil (BRASIL, 2017), motivo pelo qual o material não foi publicado em nenhum evento. Estes recursos foram desenvolvidos por alunos vinculados ao PIBID (Programa Institucional Bolsa de Iniciação à Docência) do IFPB, Campus Sousa.

Sopesando, portanto, a carência desses recursos didáticos na região, destacamos aqueles que abordam os conceitos atrelados ao tópico/conteúdo de Propriedades Periódicas dos Elementos Químicos, considerando a relevância da compreensão destes para o desenvolvimento de um maior entendimento de fenômenos físicos e químicos estudados em unidades e séries posteriores. Com base no exposto, o presente trabalho consiste na elaboração e avaliação de materiais didáticos concretos e inclusivos que facilitem a aprendizagem do conteúdo de Propriedades Periódicas dos Elementos Químicos por alunos com (e sem) deficiência visual.

1.1 Estratégias inclusivas no ensino de Química para alunos com deficiência visual

É de extrema importância que as instituições de ensino e seus agentes da educação (professores e equipe pedagógica) procurem desenvolver estratégias inclusivas de ensino para atender as necessidades educacionais de todos os seus alunos, independentemente das suas características. No que tange ao ensino de Química, podemos encontrar trabalhos publicados em anais/resumos de eventos acadêmicos e periódicos científicos que nos permitem delinear algumas das estratégias mais comuns usadas no ensino de Química para alunos DV: 1) desenvolvimento de materiais didáticos adaptados (FERNANDES, J.*et al.*, 2017; RAZUCK; OLIVEIRA NETO, 2015), 2) adaptação de experimentos (BELTRAMIN; GÓIS, 2012; CARNEIRO *et al.*, 2016) e 3) cursos e demais atividades de capacitação docente (GONÇALVES *et al.*, 2013; RAZUCK; GUIMARÃES, 2014; SANTOS; GÓIS, 2012).

Entretanto, apesar da existência dos trabalhos reportados anteriormente, há uma carência na capacitação docente referente à Educação Inclusiva. De acordo com Gonçalves e coautores (2013, p. 1) “a formação dos professores tem dado pouca atenção à chamada educação inclusiva, de modo geral, e à educação para deficientes visuais em particular”. Santos e Góis (2012) ressaltam que grande parte das dificuldades é oriunda de uma formação deficiente em conhecimentos históricos e epistemologicamente acrícos.

A falta de preparo dos professores colabora para que ocorra a exclusão dos alunos com deficiência, conforme afirmam Razuck e Guimarães (2014, p. 12): “A situação de exclusão dos alunos especiais em sala de aula, possivelmente está relacionada ao despreparo dos professores, ocasionado por cursos de formação que não possuem foco de trabalho no ensino especial”. Uma das possibilidades atreladas à capacitação dos professores para tornar os ambientes educacionais mais inclusivos é o desenvolvimento e/ou adaptação de materiais didáticos que atendam às necessidades educacionais de todos os alunos. “Para o ensino de

química, ou ciências como um geral, mostra-se necessária e urgente a criação e/ou adaptação de materiais pedagógicos. É importante destacar que esses materiais precisam permitir percepções táteis, apresentar diferentes texturas para diferenciação de determinada característica” (FERNANDES, J. *et al.*, 2017, p. 106).

É essencial o professor adequar estratégias que viabilizem a disseminação do conhecimento científico a todos os alunos de modo equiparável. Neves e Mól (2013) consideram que o acesso à informação deve ser proporcionado a todas as pessoas como princípio básico, independentemente das diferenças individuais para tal apropriação.

A investigação dirigida à construção de saberes necessários ao ensino que contemple a diversidade e complexidade da aprendizagem nos induz a repensar e ressignificar o ensino e a aprendizagem como espaço dialógico e interativo de sujeitos aprendentes, o que compreende professores e alunos (NEVES; MÓL, 2013, p. 288).

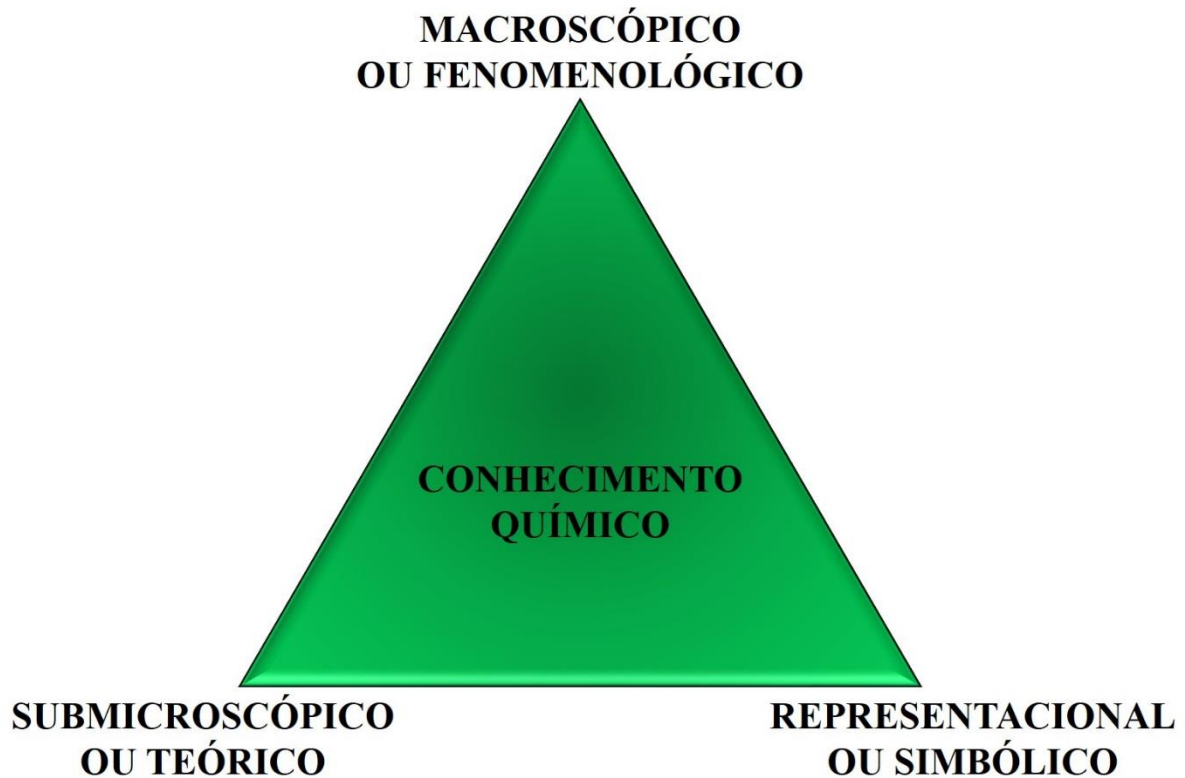
O uso de recursos pedagógicos é de extrema importância no processo de ensino-aprendizagem, tornando-se ainda mais indispensável para alunos DV. A utilização desses materiais tem como função facilitar o conteúdo estudado, desde que o mesmo esteja nas condições de percepção e distinção das variadas características. Segundo T. Fernandes e coautores (2017), as adaptações das metodologias e recursos didáticos, adotando uma pedagogia centrada no aluno acabam sendo necessárias em qualquer classe, mesmo naquela que não tenha alunos com deficiência, mas que sempre acaba apresentando uma grande heterogeneidade.

Beltramin e Góis (2012, p. 4) destacam que “a aprendizagem de ciências depende do tipo de contato que temos com o mundo que nos cerca. No caso do cego, há a necessidade de motivação junto com o uso de recursos didáticos para suprir as lacunas de informação [oriundas da falta da visão].”

Vasconcelos e Arroio (2013) ressaltam ainda a importância de se vincular as três dimensões da Química no ensino desta Ciência, de modo a possibilitar uma real compreensão dos fenômenos estudados a luz dos conceitos teóricos consensuais aceitos no meio acadêmico-científico. Os níveis de compreensão da Química, propostos inicialmente por Johnstone (1993), são divididos em 1) macroscópico ou fenomenológico; 2) submicroscópico ou teórico; e 3) simbólico ou representacional (**Figura 1**).

Para Mortimer *et al.* (2000, p. 276), “o aspecto teórico relaciona-se a informações de natureza atômico-molecular, envolvendo, portanto, explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente perceptíveis, como átomos, moléculas, íons, elétrons etc.”.

Figura 1 – Dimensões ou níveis no ensino da Química.



Fonte: Adaptado de Johnstone (1993).

De acordo com Neves e Mól (2013), o ensino de Química para alunos com e sem deficiência visual necessita contemplar seus três níveis de abordagem. Segundo os autores, quando investigamos o processo de ensino e aprendizagem, não identificamos diferenças significativas na aprendizagem de alunos DV quando são abordados o nível microscópico e o representacional.

O nível microscópico caracteriza-se pelo seu alto grau de abstração ao abordar conceitos como os de átomos, molécula, ligação química, distribuição de cargas. Nesse caso, o distanciamento desses conceitos com nosso mundo imediato exige de todos os alunos uma grande capacidade de articulação de ideias e construção de modelos mentais (NEVES; MÓL, 2013, p. 296).

Enquanto que o nível microscópico situa-se no âmbito teórico e das racionalizações, o macroscópico está relacionado com objetos e fenômenos o qual temos contato direto através de algum dos nossos sentidos. De acordo com Mortimer *et al.* (2000, p. 276),

O aspecto fenomenológico diz respeito aos fenômenos de interesse da química, sejam aqueles concretos e visíveis, como a mudança de estado físico de uma substância, sejam aqueles a que temos acesso apenas indiretamente, como as interações radiação-matéria que não provocam um efeito visível mas que podem ser detectadas na espectroscopia.

Segundo Neves e Mól (2013), o nível macroscópico é uma das primeiras dificuldades no ensino de Química para alunos DV é, tendo em vista que estudamos fenômenos geralmente percebidos por meio da visão. O fato da maioria dos experimentos usados no ensino de Química, assim como dos recursos didáticos serem predominantemente visuais consiste numa das maiores barreiras de acessibilidade ao conhecimento químico para alunos DV, pois tanto os níveis de conhecimento macroscópico e o representacional ficam “reféns” da visualização, ou seja, do ato de ver (BELTRAMIN; GÓIS, 2012).

Uma das possibilidades de contornar os problemas relatados por Beltramin e Góis (2012) referentes à falta de acessibilidade dos alunos DV quanto ao nível teórico, é o conhecimento da simbologia química em braille, disposta na Grafia Química Braille para Uso no Brasil (BRASIL, 2017), e a associação destes símbolos a recursos didáticos adaptados à percepção tátil. Outra maneira de possibilitar que o aluno DV tenha uma melhor compreensão dos conhecimentos químicos é através da adaptação de experimentos, o que, por sua vez, possibilitará o acesso ao nível macroscópico (RAZUCK; OLIVEIRA NETO, 2015).

No que tange à confecção de recursos didáticos acessíveis, é importante ressaltarmos o conceito do Desenho Universal, que pode ser compreendido como o planejamento e o desenvolvimento de produtos e ambientes que possam ser usados por todas as pessoas, independentemente de suas características, sem a necessidade de adaptações posteriores.

O conceito de Desenho Universal se desenvolveu entre os profissionais da área de arquitetura na Universidade da Carolina do Norte – EUA, com o objetivo de definir um projeto de produtos e ambientes para ser usado por todos, na sua máxima extensão possível, sem necessidade de adaptação ou projeto especializado para pessoas com deficiência. [...] O Desenho Universal não é uma tecnologia direcionada apenas aos que dele necessitam; é desenhado para todas as pessoas. A ideia do Desenho Universal é, justamente, evitar a necessidade de ambientes e produtos especiais para pessoas com deficiências, assegurando que todos possam utilizar com segurança e autonomia os diversos espaços construídos e objetos (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007, p. 10).

Considerando esse conceito, podemos encontrar alguns requisitos de acessibilidade dispostos no Desenho Universal: igualitário, adaptável, óbvio, conhecido, seguro, sem esforço e abrangente (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Requisitos de Acessibilidade segundo o Desenho Universal. (continua)

Requisitos	Conceito
Igualitário	São espaços, objetos e produtos que podem ser utilizados por pessoas com diferentes capacidades, tornando os ambientes iguais para todos.
Adaptável	Design de produtos ou espaços que atendem pessoas com diferentes habilidades e diversas preferências, sendo adaptáveis para qualquer uso.
Óbvio	De fácil entendimento para que uma pessoa possa compreender, independentemente de sua experiência, conhecimento, habilidades de linguagem, ou nível de concentração.

Tabela 1 – (continuação) Requisitos de Acessibilidade segundo o Desenho Universal.

Conhecido	Quando a informação necessária é transmitida de forma a atender as necessidades do receptor, seja ela uma pessoa estrangeira, com dificuldade de visão ou audição.
Seguro	Previsto para minimizar os riscos e possíveis consequências de ações acidentais ou não intencionais.
Sem Esforço	Para ser usado eficientemente, com conforto e com o mínimo de fadiga.
Abrangente	Que estabelece dimensões e espaços apropriados para o acesso, o alcance, a manipulação e o uso independentemente do tamanho do corpo (obesos, anões etc.), da postura ou mobilidade do usuário (pessoas em cadeira de rodas, com carrinhos de bebê, bengalas etc.).

FONTE: Adaptado de Carletto; Cambiaghi, 2007.

De acordo com Ribeiro e Amato (2018), o Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) é uma abordagem que procura minimizar as barreiras metodológicas de aprendizagem, tornando o currículo acessível para todos os alunos, pois possibilita a utilização de diversos meios de representação do conteúdo, de execução e de engajamento na tarefa. Zerbato (2018) aponta como criar meios, usando a ideia do DUA, para o desenvolvimento de estratégias para acessibilidade por todos os estudantes, tanto em termos físicos quanto de serviços, recursos e soluções educacionais, para que possam aprender sem barreiras.

Para Zerbato (2018), há várias estratégias que podem ser utilizadas para ampliar o engajamento do aluno na atividade, como i) fornecer níveis ajustáveis de desafio; ii) oferecer oportunidade de interagir em diferentes contextos de aprendizagem; iii) proporcionar opções de incentivos e recompensas na aprendizagem. O princípio do engajamento resulta no incentivo dos professores em motivar os alunos para aprendizagem, utilizando métodos que estimulem seus interesses.

O princípio da representação consiste na utilização de estratégias variadas para explicações sobre os temas. Segundo Rose e Meyer (2002 *apud* ZERBATO, 2018), o princípio da representação aponta os caminhos que podem ser oferecidos aos estudantes para que acessem conhecimentos prévios, ideias, conceitos e temas atuais a partir de informações apresentadas e, ao mesmo tempo, pode fornecer suporte para decodificar essas informações.

No princípio da ação e expressão, os professores devem aplicar metodologias que permitam aos alunos desenvolver as informações na qual estão sendo assimiladas. De acordo com Nelson (2014 *apud* ZERBATO, 2018), o princípio da ação e expressão encoraja os professores a incluírem interações físicas, usar tanto a alta tecnologia quanto as ferramentas não tecnológicas e estruturas que guiem o aluno para sua autoavaliação. A diversificação de estratégias pode contribuir para que o aluno consiga demonstrar os conhecimentos aprendidos.

Em linhas gerais, as principais estratégias inclusivas no ensino de química para alunos DV consistem na capacitação profissional, no conhecimento da simbologia química

braille e na adaptação de experimentos e materiais didáticos, sendo este último a estratégia adotada no presente trabalho para a abordagem dos conceitos relacionados às propriedades periódicas dos elementos químicos.

1.2 Noções gerais sobre propriedades periódicas dos elementos químicos

No Ensino Médio, o estudo da Tabela Periódica compreende uma série de competências e habilidades que podem ser agrupadas em três conjuntos, normalmente enquadrados em capítulos e subcapítulos presentes em livros didáticos de Química voltados para o referido nível de ensino (CISCATO *et al.*, 2016; FONSECA, 2016; NOVAIS; ANTUNES, 2016; LISBOA *et al.*, 2016; SANTOS; MÓL, 2016):

- I. Compreender, historicamente, como a Tabela Periódica foi elaborada e entender a forma como os elementos químicos estão organizados na Tabela Periódica: organização em 18 grupos – colunas – e 7 períodos – linhas –, em ordem crescente de número atômico, *Z*;
- II. Identificar as informações presentes nas “caixinhas” de cada elemento químico: símbolo químico, número atômico, massa do elemento químico, estado físico nas CNTP (Condições Normais de Temperatura e Pressão), configurações eletrônicas, classificações (metal, ametal, gás nobre) e demais informações que possam estar presentes nesse recurso. É possível encontrar uma série de Tabelas Periódicas, em suporte físico ou digital, interativas³ ou não, que apresentam diversas informações sobre os elementos químicos;
- III. Compreender a ideia de periodicidade e associá-la a algumas das propriedades dos elementos químicos, percebendo o comportamento dessas ao longo da Tabela Periódica.

Como pode ser observado, logo após a apresentação inicial das características da Tabela Periódica dos elementos químicos é que são abordadas as denominadas propriedades periódicas. A periodicidade estudada na Tabela Periódica acontece ou se repete em intervalos regulares, ou seja, ao longo de uma sequência de elementos químicos, em um grupo e/ou período, uma dada propriedade aumenta ou decresce e, ao chegar ao fim da sequência, ela volta novamente a crescer/decrescer partindo de um ponto “próximo” do anterior (RUSSELL,

³ Um ótimo exemplo de Tabela Periódica interativa pode ser encontrado no site da *Royal Society of Chemistry* (RSC), disponível no link <http://www.rsc.org/periodic-table>, e também como App (Periodic Table), disponível no *Play Store* e *App Store*. Essa tabela apresenta *podcasts*, vídeos, aspectos históricos e tendências de dados (propriedades periódicas e aperiódicas) sobre os elementos químicos presentes na Tabela Periódica.

2008). De acordo com Novais e Antunes (2016, p. 125), “as propriedades periódicas dos elementos químicos são as que apresentam valores que crescem ou decrescem em determinados intervalos de números atômicos.”

Até o final do século XVIII, apenas 33 elementos químicos tinham sido descobertos. Durante o século XIX, o número de elementos químicos conhecidos praticamente triplicou, e nas duas primeiras décadas desse século foram descobertos 17 novos elementos (ANTUNES, 2013). Ao longo dos anos, diversos cientistas tentaram organizar os elementos em uma ferramenta que permitisse correlacionar algumas de suas propriedades físicas e químicas: Johann Wolfgang Döbereiner (1829) e seu sistema de agrupamento em tríades; Alexandre Béguyer de Chancourtois (1862) e a organização dos elementos em seu parafuso telúrico; John Newlands (1864) e a de lei das oitavas; etc. O estágio inicial da atual Tabela Periódica dos Elementos Químicos surgiu a partir dos trabalhos desenvolvidos pelo químico russo Dmitri Ivanovick Mendeleev e Julius Lothar Meyer, em 1869.

Segundo Brown *et al.* (2005, p. 219), “os dois cientistas [Mendeleev e Meyer] observaram que as similaridades das propriedades físicas e químicas tornam a se repetir periodicamente quando os elementos são distribuídos em ordem crescente de massa atômica”. As propriedades periódicas comumente estudadas nos livros didáticos de Química do Ensino Médio são: 1) raio atômico; 2) potencial ou energia de ionização; 3) afinidade eletrônica ou eletroafinidade; 4) eletronegatividade; 5) eletropositividade; e 6) densidade.

É importante destacar que o objetivo de ensinar esses tópicos não está embasado na memorização dessas informações pelos alunos, pois elas já se encontram disponíveis em um recurso didático para consulta: a própria Tabela Periódica. O que se espera, portanto, dessas aulas é que os alunos saibam como utilizar esse recurso a seu favor, compreendendo as informações presentes na referida tabela.

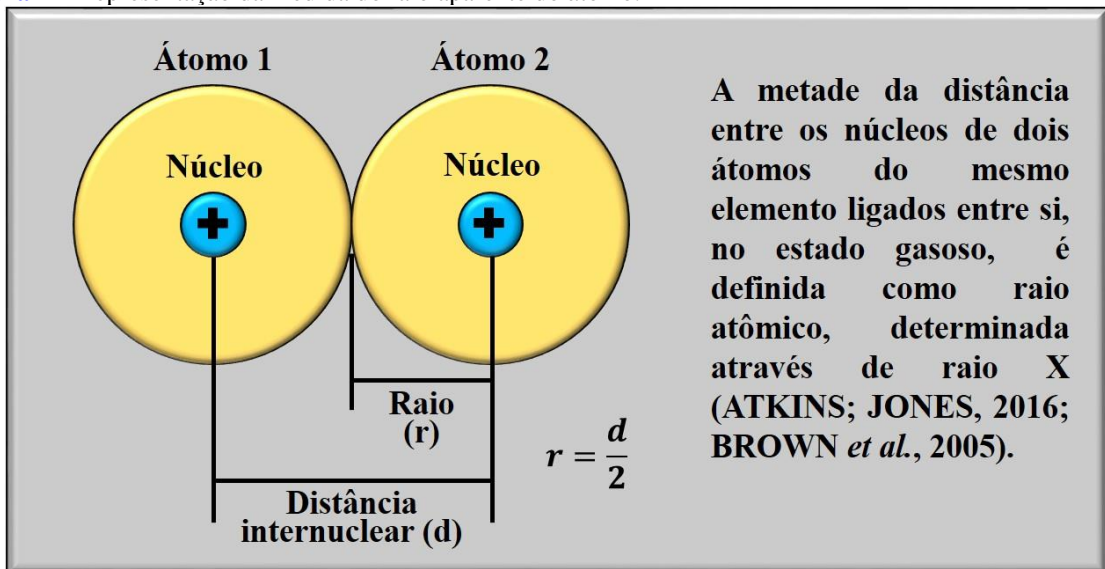
1.2.1 RAIOS ATÔMICOS

O raio atômico está relacionado com o tamanho do átomo e é definido como sendo a metade da distância entre os núcleos de átomos vizinhos (**Figura 2**) (ATKINS; JONES, 2006). A sua variação (e periodicidade) na Tabela Periódica depende principalmente de dois fatores: da quantidade de camadas eletrônicas (associadas ao número quântico principal, n) e da carga nuclear efetiva sobre os elétrons da camada de valência.

Em cada coluna (grupo) [da Tabela Periódica], o número atômico tende a crescer à medida que descemos. Essa tendência resulta basicamente do aumento do número

quântico principal (n) dos elétrons mais externos. Conforme descemos em um grupo, os elétrons mais externos passam mais tempo afastados do núcleo, fazendo com que o átomo aumente de tamanho. [...] Em cada período o raio atômico tende a diminuir quando vamos da esquerda para direita. O principal fator influenciando essa tendência é o aumento da carga nuclear efetiva (Z_{ef}) à medida que nos movemos ao longo do período. O aumento da carga nuclear efetiva atrai continuamente os elétrons, inclusive os mais externos, para perto do núcleo, fazendo com que o raio diminua (BROWN *et al.*, 2005, p. 223).

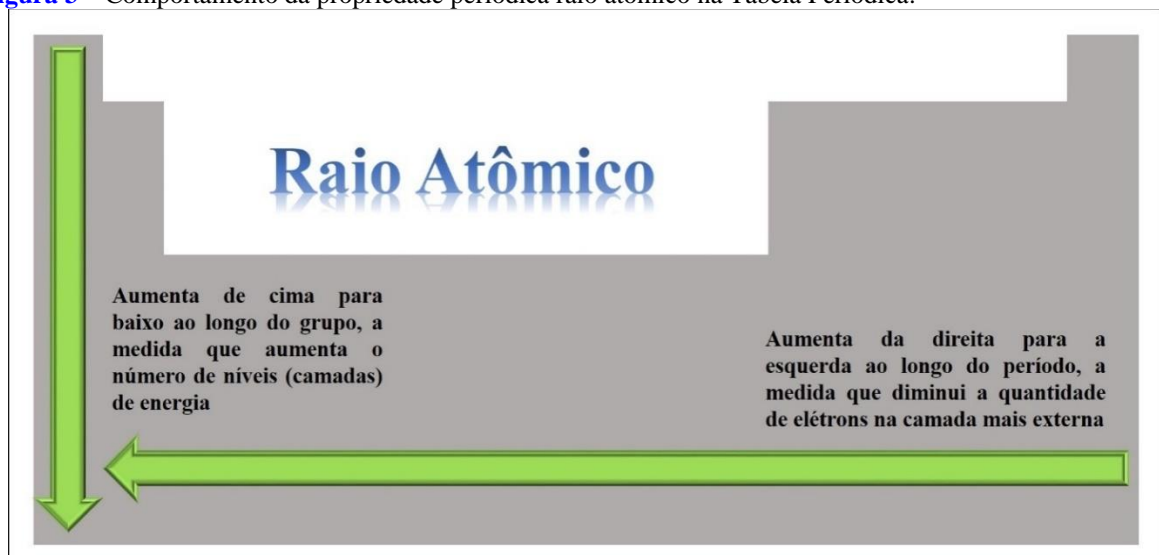
Figura 2 – Representação da medida do raio aparente do átomo.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Portanto, pode-se apresentar o comportamento da propriedade raio atômico sobre a Tabela Periódica com a utilização de setas, indicando o seu crescimento ao longo de grupos e períodos, sendo este um dos recursos gráficos largamente usados em livros de Química do Ensino Médio (**Figura 3**).

Figura 3 – Comportamento da propriedade periódica raio atômico na Tabela Periódica.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Outras representações da variação do raio atômico na Tabela Periódica podem ser encontradas em materiais didáticos disponíveis na internet. Nos **Anexos A e B** desse trabalho (p. 53-54) são apresentadas duas tabelas periódicas que mostram o crescimento do raio atômico dos elementos químicos ao longo de grupos e períodos: (A) uma utilizando representações esféricas de tamanhos diferentes para os elementos químicos, construídas a partir do software CrystalMaker®⁴; (B) e outra mostrando uma tabela periódica tridimensional em perspectiva contendo os valores dos raios atômicos dos elementos químicos (em angstroms, Å).

Vale a pena ressaltar que embora tratemos o raio atômico de forma simplificada, vários outros conceitos concernentes ao tamanho de átomos/íons estão atrelados ao primeiro, tais como raio covalente, raio iônico, raio de Van der Waals e raio metálico. Brown e coautores (2005) apontam que o tamanho de um átomo pode ser estimado pelo raio covalente, com base em medidas das distâncias que separam os átomos em seus compostos químicos moleculares. Nos elementos metálicos, ao se medir a distância entre os núcleos de dois átomos metálicos ligados (em compostos metálicos), considera-se a metade dessa distância o raio atômico, que passa a se designar por raio metálico. Esse mesmo mecanismo de nomenclatura usado para se referir ao raio atômico também é usado quando elementos não metálicos estão covalentemente ligados, formando moléculas diatômicas, tais como o H₂, O₂, Cl₂ etc. Nestas circunstâncias, o raio atômico adota a designação de raio covalente. O raio iônico de um elemento químico, por sua vez, corresponde a sua contribuição na distância entre íons vizinhos, em um sólido iônico. A distância entre os centros de um cátion e um ânion vizinhos é a soma dos seus raios iônicos (ATKINS; JONES, 2006).

Brown (2005 p. 224) aponta que os tamanhos dos íons são baseados nas distâncias um do outro em compostos iônicos. Como o tamanho do átomo, o tamanho de um íon depende de sua carga nuclear, do número de elétrons que ele possui e dos orbitais nos quais os elétrons de nível mais externo localizam-se. Os cátions são menores que os átomos que lhes deram origem; já os ânions são maiores que os átomos que lhes dão origem. Além disso, para íons de mesma carga, o tamanho aumenta à medida que descemos um grupo na tabela periódica. Para Atkins e Jones (2006 p. 148), todos os cátions são menores do que os átomos originais, porque os átomos perdem um ou mais elétrons para formar o cátion e aumentam a carga nuclear efetiva sobre os elétrons de valência. Já os ânions são maiores que os átomos

⁴CrystalMaker® é um software com método inovador para pesquisa e ensino de química, englobando as áreas de física de estado sólido, ciência de materiais, mineralogia e cristalografia. Ele dispõe de gráficos interativos para capacitar os usuários com uma compreensão visual vívida da estrutura e propriedades. Disponível em: <<http://crystalmaker.com/>>. Acesso em: 03 set. 2019

originais. Essa observação pode ser atribuída ao aumento do número de elétrons da camada de valência do ânion e aos efeitos da repulsão que os elétrons exercem uns sobre os outros.

Por fim, Atkins e Jones (2006 p. 147) informam que se o elemento é um gás nobre, por exemplo, usamos o raio de Van der Waals, tendo em vista que aquelas espécies químicas são predominantemente monoatômicas. Similarmente aos demais raios mencionados anteriormente, o raio de Van der Waals é a metade da distância de um centro de átomos vizinhos em uma amostra do gás sólido. Via de regra, todos os raios mencionados anteriormente fazem referência à medidas de raio atômico de um elemento químico nos mais distintos compostos.

Ao estudar sobre essas propriedades periódicas, utilizamos os conceitos de carga nuclear, carga nuclear efetiva e efeito de blindagem. Segundo Brown e coautores (2005 p.220), muitas propriedades dos átomos são relativas à distância média dos elétrons mais externos ao núcleo e à carga nuclear efetiva que esses elétrons sofrem. Os elétrons mais internos são muito eficientes em blindar os elétrons mais externos da carga total do núcleo, enquanto os elétrons em um mesmo nível não blindam uns aos outros de maneira muito eficaz. Como resultado, a carga nuclear efetiva sofrida pelos elétrons mais externos aumenta à medida que nos movemos da esquerda para a direita em um período.

Brown e coautores (2005 p. 220) afirmam que a densidade eletrônica relativa aos elétrons mais internos blindam ou protege os elétrons mais externos da carga total do núcleo. Uma vez que os elétrons mais internos estão localizados basicamente entre o núcleo e os elétrons mais externos, eles são mais eficientes em blindar os elétrons mais externos. Por outro lado, os elétrons de mesmo nível dificilmente blindam uns aos outros da carga do núcleo. Russell (2008 p. 308) destaca que nos períodos 4, 5 e 6, o decréscimo nos raios atômicos ao longo do período é moderado pela intervenção da série dos elementos de transição, devido ao efeito de blindagem dos elétrons d.

Nos elementos de transição a disposição da configuração eletrônica é descrita por uma conformação distinta, dado que ocorre um aumento gradual da quantidade de elétrons na segunda camada externa, ao invés de ser na camada de valência, devido a esse fenômeno acontece o efeito de blindagem onde os elétrons estão dispostos entre o núcleo e a camada de valência, dessa forma os elétrons da camada de valência estão protegidos da força de atração do núcleo, reduzindo a carga nuclear efetiva, mantendo os elétrons da camada de valência do átomo.

Segundo os autores Oliveira e Fernandes (2006 p.5), os elementos da terceira série de transição (sexto período) têm raios menores ou muito próximos aos dos elementos da

segunda série de transição (quinto período), contrariando a tendência geral de crescimento dos raios atômicos na tabela periódica, que é de cima para baixo. Desse modo o raio atômico não sofre alterações no seu tamanho de forma acelerada no grupo dos elementos de transição, como acontece no grupo dos elementos representativos.

Russell (2008 p. 308) aponta que no final da série dos elementos de transição, a subcamada (n-1)d se aproxima de sua população máxima, 10 elétrons, aumentando o elétron de blindagem; conseqüentemente, as repulsões intereletrônicas entre a camada (n-1) e a camada de valência acarretam um menor aumento no tamanho. Somente após o preenchimento completo da subcamada (n-1)d, no término da série dos elementos de transição, os elétrons serão novamente adicionados à camada de valência. A partir daí, o aumento na carga nuclear reassume uma pronunciada contração para o resto do período.

A contração do raio atômico também é observada nos denominados elementos de transição interna (lantanídeos e actinídeos – ou ainda, lantanoides e actinoides). De acordo com Luiz *et al.* (2013), a contração lantanídica é caracterizada pela pequena variação do raio atômico com o aumento do número atômico (Z) devido ao efeito de blindagem dos elétrons f. Esse efeito é responsável pelas pequenas variações nas propriedades físicas e químicas destes elementos como, por exemplo, o grau de basicidade que diminui invariavelmente do lantânio até o lutécio.

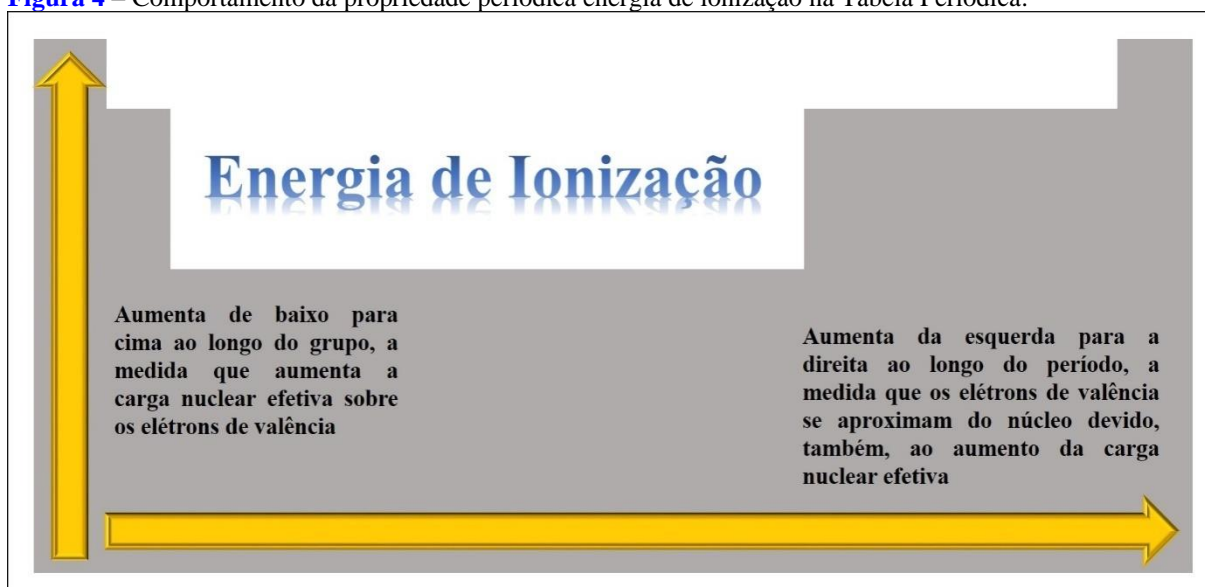
1.2.2 ENERGIA DE IONIZAÇÃO

Brown *et al.* (2005) informam que a energia ou potencial de ionização é a energia fornecida ao átomo no seu estado gasoso para desprender um elétron, ou seja, para remover um elétron da esfera de atração do núcleo atômico. De acordo com Russell (2008, p. 312) “energia de ionização é a mínima energia necessária para remover um elétron de um átomo isolado, no seu estado fundamental. (Uma vez que um átomo isolado está livre da influência de átomos vizinhos, o termo implica em átomo no estado gasoso).”

Para cada elétron removido, há uma energia de ionização associada. A primeira energia de ionização, I_1 , caracteriza-se por desprender um elétron de um átomo neutro no seu estado gasoso $X(g) \rightarrow X^+(g) + e^-$. A segunda energia de ionização, I_2 , é a energia responsável por retirar um elétron de um cátion com carga unitária no seu estado gasoso $X^+(g) \rightarrow X^{2+}(g) + e^-$ (ATKINS; JONES, 2006). Para efeitos desse trabalho, consideraremos apenas a primeira energia de ionização, ou seja, a remoção do elétron da camada mais externa do átomo.

Quanto maior o átomo, menor é a energia de ionização, pois menor será a carga nuclear efetiva sobre o elétron de valência (elétron da camada mais externa). Logo, em um mesmo grupo da Tabela Periódica, o potencial de ionização diminui com o aumento do número atômico – a energia de ionização aumenta de baixo para cima na Tabela Periódica. Já em um mesmo período, a carga nuclear efetiva sobre os elétrons de valência cresce. Por conseguinte, com o aumento do número atômico há um aumento da energia de ionização ao longo do período (aumenta da esquerda para a direita na Tabela Periódica) (**Figura 4**).

Figura 4 – Comportamento da propriedade periódica energia de ionização na Tabela Periódica.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Portanto, similarmente a **Figura 3** do raio atômico, a energia de ionização também pode ter seu comportamento ao longo da Tabela Periódica apresentado com a utilização de setas, como indica a **Figura 4**, e que também é um dos recursos gráficos presentes na maioria dos livros didáticos de Química do Ensino Médio.

1.2.3 ELETROAFINIDADE

De acordo com Brown *et al.* (2005, p. 230), “a variação de energia que ocorre quando um elétron é adicionado a um átomo gasoso chama-se afinidade eletrônica porque ela mede a atração, ou afinidade, de um átomo pelo elétron adicionado. Para muitos átomos, a energia é liberada quando um elétron é adicionado”. Já segundo Atkins e Jones (2006, p. 152) “a afinidade eletrônica, E_{ea} , de um elemento é a energia liberada quando um elétron se liga a um átomo na fase gás [...]”. Russell (2008, p. 316) define a afinidade eletrônica de um átomo

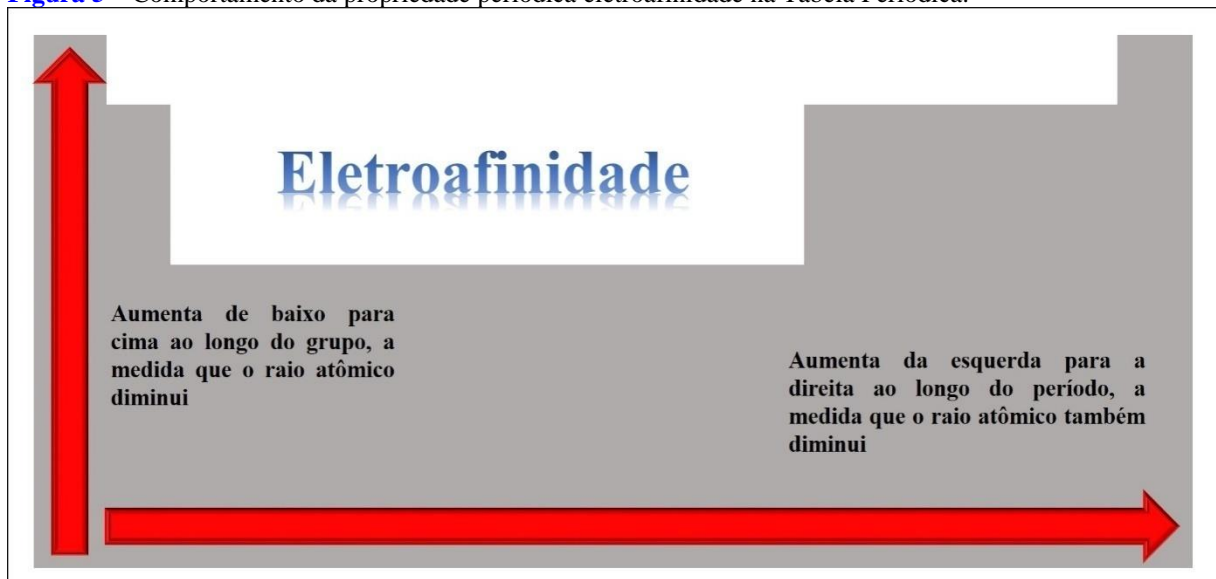
“como a quantidade de energia, ΔH , envolvida no processo em que um átomo isolado gasoso no seu estado fundamental recebe um elétron formando um íon negativo.”

Considerando, portanto, as definições dadas pelos autores, podemos tentar compreender como a eletroafinidade se comporta nos elementos químicos ao longo de grupos e períodos da Tabela Periódica. O tamanho do átomo é um dos principais fatores que determina se o átomo é favorável a ganhar elétrons. Quanto menor o raio de um elemento químico, maior sua eletroafinidade, pois maior será a estabilização do sistema devido às forças de atração núcleo-elétron.

Uma alta afinidade eletrônica significa que grande quantidade de energia é liberada quando um elétron se liga a um átomo na fase gás. Uma afinidade eletrônica negativa significa que é necessário fornecer energia para fazer com que um elétron se ligue a um átomo (ATKINS; JONES, 2006, p. 152).

Assim como a energia de ionização, um átomo apresenta mais de uma afinidade eletrônica. Para efeitos desse trabalho, consideraremos apenas as energias envolvidas no ganho do primeiro elétron: $X(g) + e^- \rightarrow X^-(g)$. Ao longo dos grupos da Tabela Periódica, portanto, a eletroafinidade aumenta à medida que o raio atômico diminui, ou seja, ela aumenta de baixo para cima na coluna; já ao longo dos períodos, a eletroafinidade também aumenta à medida que o raio atômico diminui, ou seja, ela aumenta da direita para a esquerda (**Figura 5**).

Figura 5 – Comportamento da propriedade periódica eletroafinidade na Tabela Periódica.



Fonte: Autoria própria, 2020.

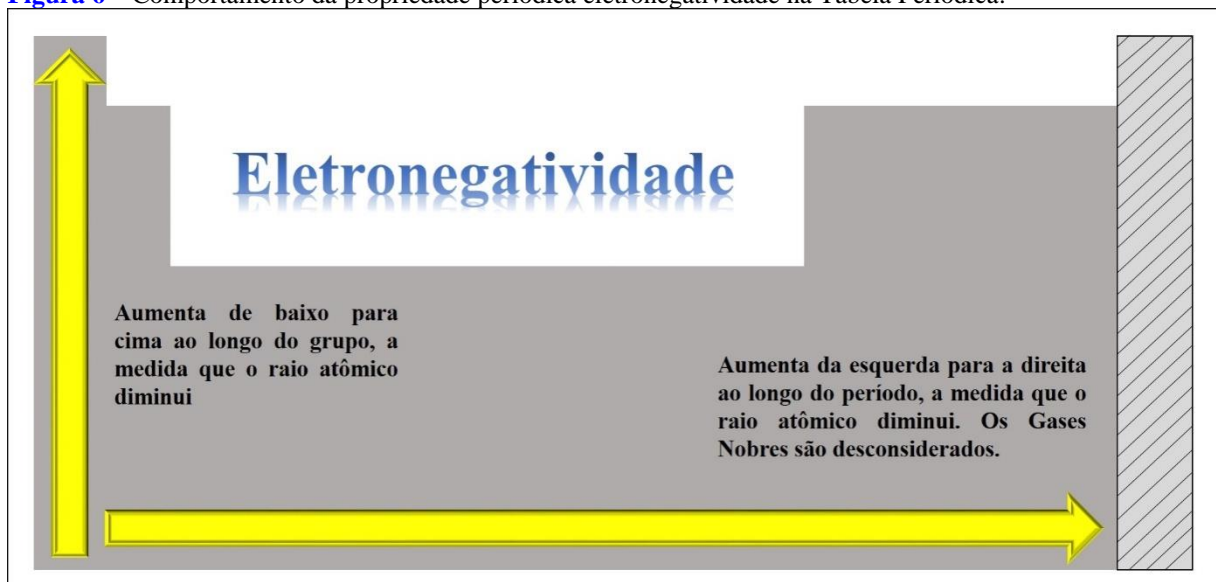
1.2.4 ELETRONEGATIVIDADE

Segundo Brown *et al.* (2005, p. 261) “a eletronegatividade é definida como a habilidade de um átomo em atrair elétrons para si em certa molécula. A eletronegatividade de um átomo em uma molécula está relacionada a sua energia de ionização e a sua afinidade eletrônica, que são propriedades de átomos isolados”.

No ano de 1811, o conceito de eletronegatividade foi abordado por J. J Berzelius como a capacidade de um átomo em atrair elétrons para si, e em 1931 Linus Pauling propôs a primeira escala de eletronegatividade (SANTOS *et al.*, 2011). Antunes (2013, p. 22) ressalta que “a eletronegatividade é, portanto, uma grandeza que corresponde à capacidade que o átomo de um elemento possui de atrair elétrons da ligação quando combinado com outro átomo. O átomo que atrai esses elétrons com mais intensidade é mais eletronegativo. Aquele que os atrai com menos intensidade é menos eletronegativo”.

Na Tabela Periódica, a eletronegatividade, assim como a energia de ionização, aumenta de baixo para cima nos grupos e da esquerda para a direita nos períodos. Segundo Russell (2008, p. 370) “a eletronegatividade tende a crescer da esquerda para a direita na Tabela Periódica devido ao aumento da carga nuclear. Indo para baixo num grupo, a eletronegatividade decresce à medida que a camada de valência se torna mais afastada no núcleo e à medida que o efeito de blindagem compensa amplamente o aumento da carga nuclear.”

Figura 6 – Comportamento da propriedade periódica eletronegatividade na Tabela Periódica.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Os gases nobres são da família 18 ou 8A na Tabela Periódica, possuindo oito elétrons na camada de valência. Essa configuração confere certa estabilidade a esses átomos, tornando-os não-reativos (inertes). Logo, eles não apresentam tendência em ganhar ou perder elétrons.

1.2.4.1 A eletronegatividade nos livros didáticos de Química

Nas aulas de Química, muitas vezes, conceitos químicos são abordados como verdades irrefutáveis. Segundo Lopes (1996, p. 21),

o conceito científico é retirado de seu contexto original e traduzido para o contexto escolar de forma empobrecida ou mesmo equivocada. Muitos autores de livros didáticos (LDs) e professores de Química associam os conhecimentos científicos aos conhecimentos do cotidiano (processo denominado transposição didática), no intuito de que os alunos assimilem mais facilmente o que está sendo estudado. No entanto, dependendo das circunstâncias, o aluno está limitando-se a responder somente os exercícios com base nos conceitos apresentados de forma conclusa.

Em muitas escolas, o ensino de Química é fundamentado no modo como os conteúdos são organizados e apresentados nos LDs. Esses conteúdos, que deveriam ser estudados de maneira ampla e otimizada, geralmente são simplificados e apresentados como conceitos prontos e conclusos, o que, de certo modo, influencia na metodologia e nas concepções epistemológicas de professores de Química (SANTOS *et al.*, 2011). Via de regra, os LDs de Química do Ensino Médio contêm pouca informação sobre eletronegatividade.

O esquema de setas, da maneira como vem sendo empregado, não tem contribuído para estimular raciocínio dos alunos. Acredita-se que ele pode servir como ferramenta no auxílio da aprendizagem dos alunos, desde que seja apresentado em um último momento, como uma maneira de resumir as tendências identificadas. De tal forma que fique claro que não se trata de uma regra a ser seguida, mas sim de uma representação geral de uma tendência existente (SANTOS *et al.*, 2011, p. 1849).

Logo, o problema não está no recurso didático em si (as tabelas com os esquemas de setas), mas sim na forma como estes são normalmente abordados em LDs e nas aulas de Química: eles devem servir como complemento e instrumento facilitador da percepção das propriedades periódicas ao longo de grupos e períodos na Tabela Periódica. Para tanto, faz-se necessário a real compreensão dos conceitos relacionados às respectivas propriedades.

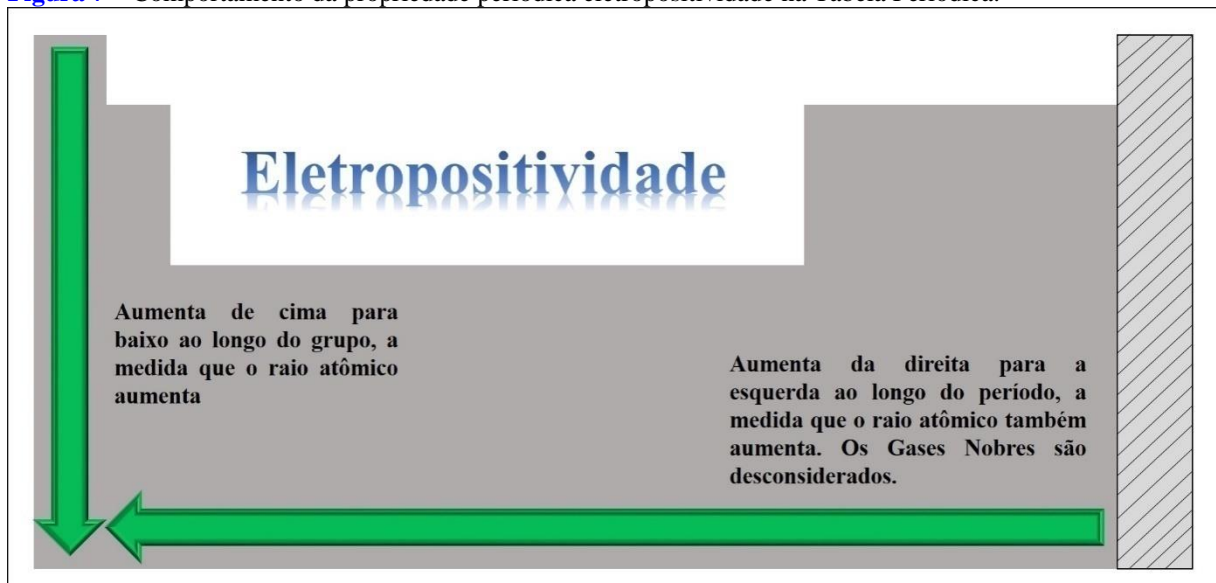
1.2.5 ELETROPOSITIVIDADE

A eletropositividade pode ser definida como a tendência de um átomo doar elétrons e formar cátions carregados positivamente. Essa propriedade é exibida

principalmente por elementos metálicos, especialmente os metais alcalinos e metais alcalino-terrosos (BYJU'S, 2020). É interessante ressaltar que a eletropositividade é a propriedade periódica oposta a eletronegatividade, podendo dizer que elementos com alta eletropositividade apresentam baixa eletronegatividade.

A eletropositividade diminui ao longo de períodos (aumentando, portanto, da direita para a esquerda); já ao longo dos grupos, a eletropositividade aumenta (de cima para baixo) (BYJU'S, 2020). Por conseguinte, os elementos mais eletropositivos estão situados no canto inferior esquerdo da tabela periódica. À vista disso, os metais alcalinos são considerados os elementos que apresentam maior eletropositividade. Assim como na eletronegatividade, os gases nobres não são considerados.

Figura 7 – Comportamento da propriedade periódica eletropositividade na Tabela Periódica.



Fonte: Autoria própria, 2020.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Confeccionar e avaliar um material didático-pedagógico sobre propriedades periódicas dos elementos químicos com características inclusivas, que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem voltado para alunos com deficiência visual.

2.2 Objetivos Específicos

- Confeccionar um recurso didático-pedagógico sobre propriedades periódicas com características inclusivas, utilizando materiais de baixo custo;
- Avaliar a presença dos requisitos de acessibilidade do Desenho Universal na confecção do respectivo material;
- Analisar limitações e possibilidades do material didático desenvolvido no que tange a sua capacidade de auxiliar alunos com deficiência visual.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Segundo Prodanov e Freitas (2013, p.70), a pesquisa qualitativa “considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzida em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa”. Logo, o presente trabalho apresentou uma abordagem qualitativa, tendo em vista que ele não buscou quantificar características ou atributos relacionados ao material didático, mas sim relatar seu desenvolvimento e avaliar sua eficácia e aplicabilidade.

O trabalho também apresentou um caráter exploratório, considerando que ele consiste no aprimoramento de ideias permeadas na disciplina de Prática Profissional IV do curso de Licenciatura em Química do IFPB, Campus Sousa, no que tange ao desenvolvimento de materiais didáticos de Química para facilitar a compreensão de conceitos químicos por alunos com deficiência visual (DV). Sobre esse caráter, de acordo com Gil (2002, p.41), um trabalho de cunho exploratório

tem por objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. [...] [Esses trabalhos] têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

Este trabalho tem como propósito diminuir a carência de materiais didáticos de Química voltados para alunos DV, pois a falta desses recursos didático-pedagógicos pode dificultar o processo de ensino-aprendizagem de conceitos químicos por esses estudantes. Dentre os diversos conteúdos/temas compreendidos no ensino de Química, foi selecionado o tópico referente às Propriedades Periódicas dos Elementos Químicos, normalmente abordado no 1º do Ensino Médio. Esse tópico foi escolhido tendo em vista a ampliação de um material didático desenvolvido e aplicado durante a disciplina Prática Profissional IV do curso superior de Licenciatura em Química do IFPB (Instituto Federal da Paraíba), Campus Sousa, no período 2017.2. Nessa disciplina, o professor solicitou que os licenciandos ministrassem uma aula para uma turma que tivesse alunos DV (para tanto, o professor convidou um licenciado em química DV para assistir e avaliar a aula, assim como o material confeccionado). A aula foi ministrada na própria turma da disciplina e tinha por finalidade permitir que os licenciandos em Química e futuros docentes da referida Ciência percebessem as limitações e possibilidades ao ensinar Química para uma turma constituída por alunos com e sem deficiência visual. Além disso, o conteúdo selecionado compreende conceitos básicos

essenciais para a compreensão de fenômenos físicos e químicos estudados posteriormente, tais como ligações químicas, polaridade e solubilidade de compostos inorgânicos e orgânicos, forças intermoleculares, reações químicas, entre outros.

Considerando o contexto anterior, foram desenvolvidos recursos didático-pedagógicos bidimensionais em alto relevo e/ou tridimensionais abordando as propriedades: 1) Raio Atômico, 2) Eletronegatividade, 3) Eletropositividade; 4) Potencial de Ionização; e 5) Eletroafinidade. Os materiais bidimensionais em alto relevo foram confeccionados sobre placas de madeirite. Para o raio atômico, cada placa apresenta três elementos da Tabela Periódica, sendo representados com Modelos Atômicos de Rutherford-Bohr bidimensionais em alto relevo, construídos com materiais de baixo custo e fácil acesso, tais como bolinhas de isopor (ou miçangas de meia esfera) de diferentes tamanhos (para diferenciar o núcleo dos elétrons de cada camada). Para a propriedade de potencial de ionização, foram elaborados modelos concretos tridimensionais constituídos por um ímã, com potencialidades diferentes, revestidos por tecido, e bolinhas metálicas para representar os elétrons da camada de valência.⁵ Para as propriedades de eletronegatividade, eletropositividade e afinidade eletrônica (assim como para as duas mencionadas anteriormente) foram confeccionados recursos em alto relevo com setas indicativas do comportamento dessas propriedades na Tabela Periódica. Vale a pena destacar que informações em tinta e em braille estão presentes nos materiais, de modo que as informações sejam de conhecimento de todos (pessoas com e sem deficiência visual). Por fim, também foi produzido um caderno elucidativo em braille (e impresso normalmente em tinta), contendo explicações sobre o conteúdo trabalhado (Propriedades Periódicas dos Elementos) e informações sobre a utilização dos recursos pedagógicos confeccionados.

Esses materiais foram confeccionados tendo como norte os requisitos de acessibilidade dispostos no Desenho Universal: igualitário, adaptável, óbvio, conhecido, seguro, sem esforço e abrangente (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007).

Para avaliar o atendimento desses requisitos, o presente recurso foi testado e avaliado por uma transcritora/revisora braille e um licenciado em Química com deficiência visual. A avaliação do material didático por pessoas com deficiência visual é de suma importância, pois possibilita a identificação de possíveis ajustes e correções necessárias, permitindo, posteriormente, seu uso por todo e qualquer aluno de forma mais igualitária. Como instrumento de análise dos recursos didáticos, foi confeccionado um roteiro de

⁵É importante ressaltar que o presente modelo será representativo apenas para a primeira energia de ionização.

avaliação (**Apêndice A**) constituído por perguntas norteadoras para a análise dos materiais, em conformidade com os princípios de acessibilidade atrelados ao conceito do Desenho Universal (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para melhor organização dos resultados e discussão deste trabalho, esse tópico será organizado em dois capítulos: um voltado para a construção dos recursos didáticos inclusivos e outro para a avaliação dos mesmos.

4.1 Confeção do Material Didático

A fim de desenvolver materiais didáticos para auxiliarem na aprendizagem do aluno DV foram confeccionadas sete placas contendo informações sobre as propriedades periódicas apresentadas na introdução deste trabalho. Na elaboração desses recursos didáticos, foram utilizados os seguintes materiais: sete placas de MDF (do mesmo comprimento da folha A4, 21 x 30 cm); EVA (espuma vinílica acetinada); barbante; cola; folha de acetato; estilete; reglete e punção⁶; meia pérola de tamanhos nº 7 e 9 e pasta com divisórias.

Os cinco primeiros recursos didáticos confeccionados tiveram como base as imagens mais comuns presentes nos LDs de Química que denotam o comportamento das propriedades periódicas nos grupos e períodos da Tabela Periódica (**Figuras 3-7**). Como ressalta Cerqueira e Ferreira (2000 p.4), os modelos devem ser criteriosamente escolhidos e, sempre que possível, sua apresentação ao aluno ser acompanhada de explicações verbais objetivas.

De acordo com Pires *et al.* (2007 p.11) não existe uma regra específica para adaptações destinadas a esses alunos, dadas as especificidades do uso da visão residual. É essencial que a adaptação seja adequada a cada sujeito e para tal, devemos testar diferentes versões para se produzir materiais que proporcionem melhor compreensão dos conteúdos abordados. O processo de aprendizagem dos alunos cegos demanda adaptações, uma vez que, privado do sentido da visão, ele precisa de material concreto e palpável para formar a imagem tátil e assim poder construir sua representação mental, tornando o aprendizado significativo, passando a fazer sentido para o aluno (CARDINALI; FERREIRA, 2010, p.8).

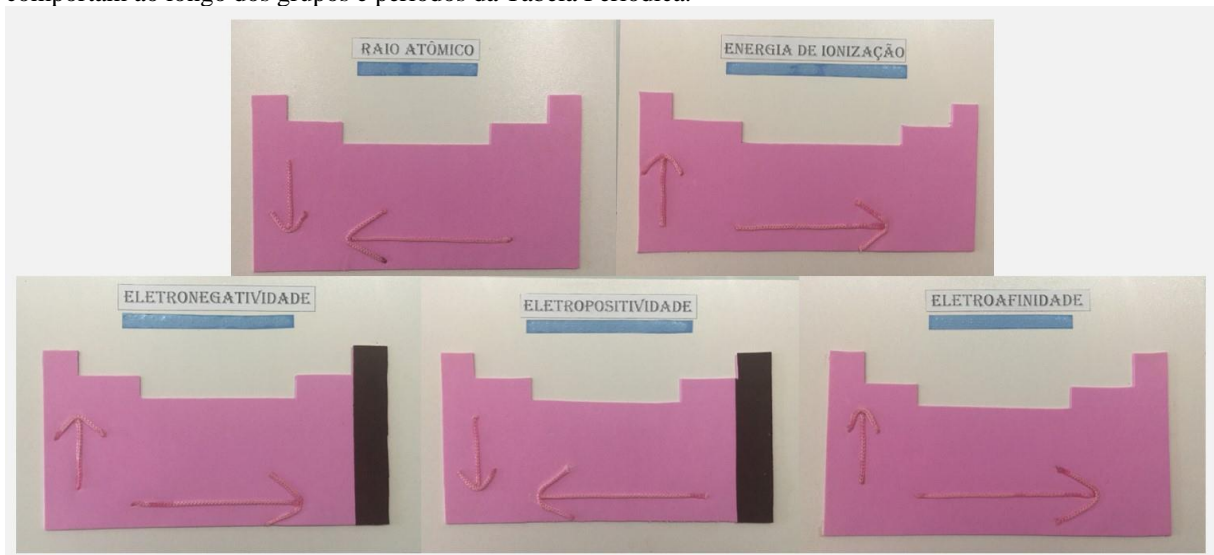
As adaptações de materiais didáticos são consideradas como estratégias importantes, pois possibilitam que os alunos DV disponham do aprendizado tal como os

⁶Reglete e punção é o nome dado aos materiais usados por pessoas com deficiência visual para a escrita manual do braille (sistema de escrita e leitura usado pelas respectivas). A reglete consiste em uma régua dupla; insere-se uma folha de papel entre as réguas, fixando-a e, com o auxílio do punção (material perfurante), perfura-se os pontos correspondente ao símbolo desejado.

alunos videntes (sem deficiência visual), logo que esses recursos cooperam no desempenho significativo do conhecimento.

Com o auxílio de um estilete, o EVA foi recortado em cinco partes iguais no formato da Tabela Periódica dos elementos químicos. Esses recortes foram colados, cada um, sobre uma placa de MDF que constituiu o suporte para os cinco primeiros materiais bidimensionais táteis confeccionados nesse trabalho. Em seguida, com um barbante e cola, foram confeccionadas as setas que informam o modo como cada propriedade periódica se comporta ao longo dos grupos e períodos. Por fim, foram adicionadas informações em tinta e em braille referentes à identificação de cada uma das propriedades periódicas. As informações em tinta foram impressas em papel A4 e coladas sobre a placa de MDF; já as informações em braille foram feitas manualmente com o uso da reglete e do punção em folhas de acetato (folhas de radiografias antigas, previamente limpas com álcool etílico). O intuito de usar as folhas de acetato é possibilitar maior durabilidade para a escrita braille do material. Por fim, as placas foram armazenadas em uma pasta sanfonada, com divisórias (**Figura 8**).

Figura 8 – Materiais didáticos bidimensionais táteis que denotam como as propriedades periódicas se comportam ao longo dos grupos e períodos da Tabela Periódica.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Além dessas 5 placas, foram confeccionadas outras duas no intuito de facilitar a compreensão do comportamento da propriedade raio atômico ao longo de grupos e períodos da Tabela Periódica. Esse material didático também foi baseado em figuras comuns em alguns livros didáticos de Química do Ensino Médio. Nesses materiais, o barbante foi colado diretamente no MDF e teve como função representar as camadas (ou níveis) eletrônicas do átomo (considerando o modelo de Rutherford-Bohr). Em cada placa, foram feitos 3 modelos atômicos de Rutherford-Bohr representando três elementos químicos diferentes de grupos ou

de períodos consecutivos. A meia pérola de nº 7 (menor) foi usada para simbolizar os elétrons e a meia pérola de nº 9 (maior) foi utilizada para representar os núcleos atômicos de cada modelo, ambas coladas diretamente no MDF. Por fim, assim como nas anteriores, foram adicionados os títulos de identificação da propriedade periódica a qual o material didático fazia referência (raio atômico), escritos tanto em tinta como em braille.

Para representar o comportamento do raio atômico ao longo de um mesmo grupo (ou família) foram escolhidos os modelos atômicos do grupo 1: hidrogênio⁷ (H, Z = 1), lítio (Li, Z = 3) e sódio (Na, Z = 11) (**Figura 9**). Todos os três elementos pertencem ao mesmo grupo da Tabela Periódica, logo, para saber qual apresenta maior raio iremos observar quantas camadas ou níveis de energia eles possuem: quanto maior o número de camadas de energia, maior será o raio atômico. O primeiro elemento (H) tem apenas uma única camada, logo, seu modelo apresenta apenas um único círculo de barbante; o segundo elemento (Li) tem duas camadas, logo, seu modelo tem dois círculos feitos com barbante, sendo um maior que o outro; e, por fim, o terceiro e último elemento (Na) tem três camadas, apresentando, portanto, três círculos feitos com barbante. Respeitando-se seus números atômicos (Z), foram colocadas as quantidades certas de elétrons em cada um dos níveis de energia; entretanto, para representar o núcleo utilizou-se apenas uma única meia pérola de diâmetro maior que a representativa dos elétrons.

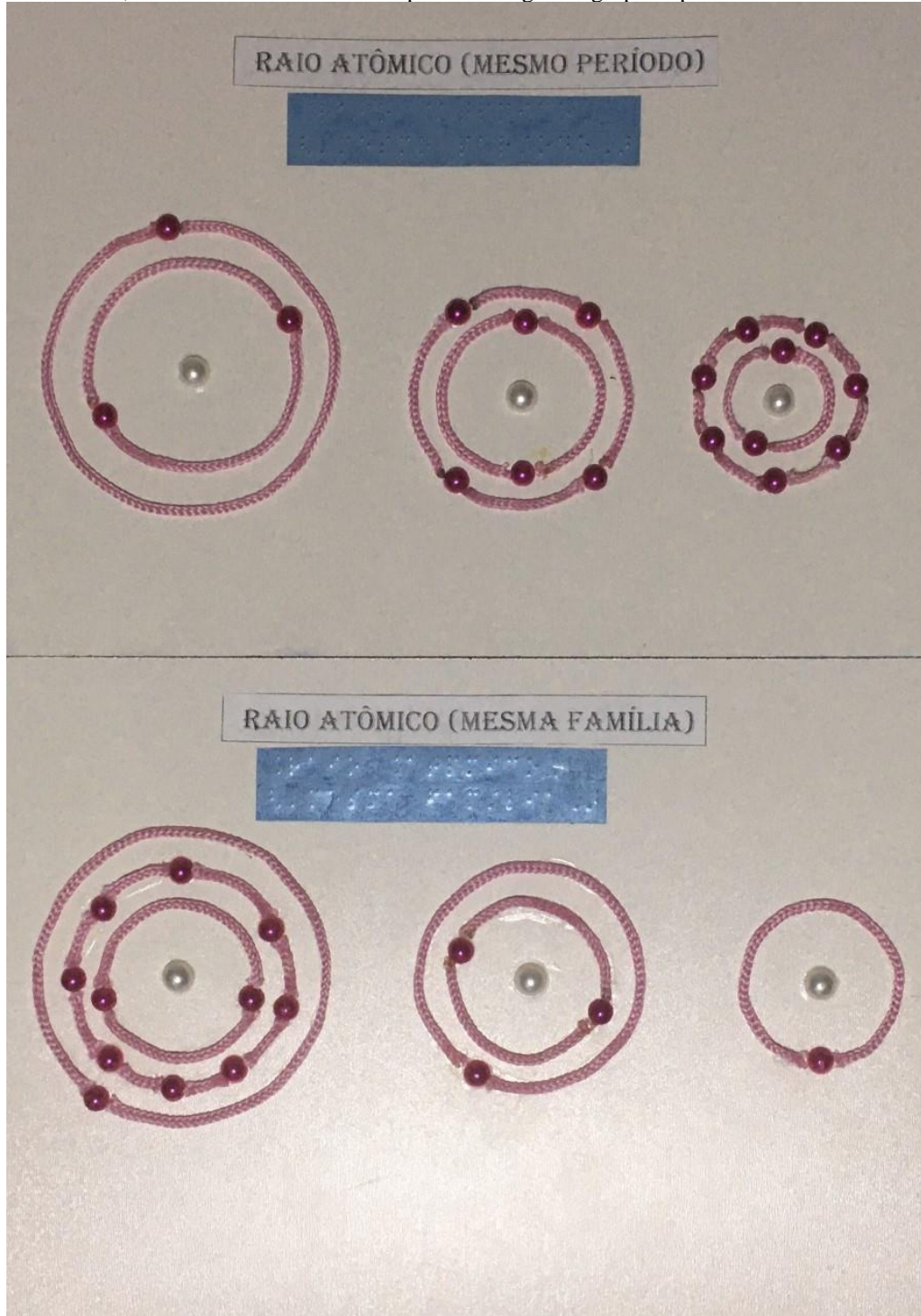
Através desses modelos, portanto, espera-se que os alunos (com DV, através do tato; e sem DV, através da visão), compreendam o porquê do raio atômico aumentar a medida que o número atômico aumente ao longo do grupo/família. Obviamente, essa compreensão estará relacionada com o uso adequado do material didático em associação com a retórica do professor, ou seja, a explicação oral sobre o determinado assunto.

“A elaboração de recursos didáticos que supram as necessidades específicas de aprendizagem nas mais variadas disciplinas e áreas de conhecimento constitui-se como condição fundamental para o desenvolvimento das potencialidades do aluno” (VAZ *et al.* 2012, p. 100). Sendo assim, é importante a confecção de materiais que contribuam com o progresso do ensino inclusivo mediante as necessidades dos alunos DV. Como ressalta Grandi (2012), a confecção e a adaptação dos recursos existentes devem ser realizadas de acordo com as necessidades educacionais apresentadas, no caso da deficiência visual, devem atender a

⁷ Devido a propriedades únicas do elemento hidrogênio, a IUPAC não enquadra-o em nenhum grupo especificamente. Esse elemento apresenta semelhanças com elementos do grupo 1, 14 e 17, sendo, portanto, na maioria das vezes apresentado de forma isolada (acima da tabela, centralizado) ou no primeiro grupo da Tabela Periódica (considerando sua configuração s^1) (ATKINS; JONES, 2006). Para efeitos de explicação do raio atômico, consideraremos o H como elemento do grupo 1, bloco s, não apresentando, portanto, para os efeitos didático-pedagógicos do material nenhuma incongruência com o conhecimento químico em questão.

alunos com baixa visão, bem como a alunos cegos e, sempre que possível, atender, também, aos alunos sem DV.

Figura 9 – Materiais didáticos inclusivos que denotam, a partir de modelos atômicos de Rutherford-Bohr bidimensionais táteis, como o raio atômico se comporta ao longo dos grupos e períodos da Tabela Periódica.



Fonte: Autoria própria, 2020.

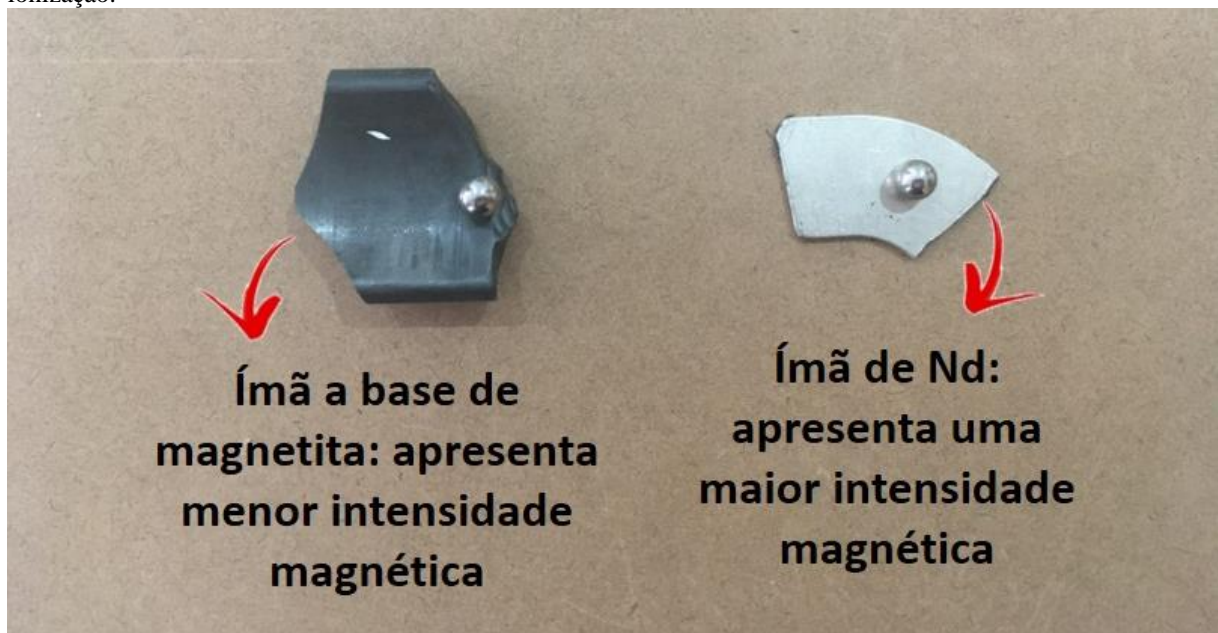
Na vanguarda da produção e/ou adaptação de materiais didáticos (não só de Química, mas de outras unidades disciplinares) para alunos DV no Brasil, podemos destacar os trabalhos realizados no Instituto Benjamin Constant (IBC). Os recursos didáticos grafo-

táteis para alunos DV são reproduzidos em Thermoform, nome dado a materiais impressos em alto relevo numa película de PVC. Os recursos didáticos de Química produzidos pelo IBC e disponibilizados gratuitamente a escolas com alunos DV matriculados estão listados no [Anexo A](#).

Resistentes, mas não imunes a tendência visual estão os diversos recursos pedagógicos criados para o ensino de pessoas com deficiência visual. Destes destacam-se os materiais grafo-táteis, também conhecidos como materiais em Thermoform, que são representações em relevo especificamente criadas para facilitar a compreensão de conceitos que não permitem o contato direto, podendo ou não ser acompanhados de modelos tridimensionais, gravações digitais ou textos em braille (ROSA, 2015, p. 51).

Além dos modelos bidimensionais feitos sobre placas de MDF, foram confeccionados dois recursos para facilitar a compreensão da energia de ionização, utilizando-se um ímã de neodímio, um ímã a base de magnetita e bolinhas de rolamento (pequenas esferas). Utilizando-se da analogia, as bolinhas de rolamento seria o elétron de valência, os ímãs seriam núcleos atômicos e o magnetismo seria compreendido como a carga nuclear efetiva (**Figura 10**).

Figura 10 – Ímãs e esferas metálicas para usar como modelo representativo para a compreensão sobre energia de ionização.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Através do uso de materiais de baixo custo, foi possível a confecção de recursos didáticos que possam vim a auxiliar alunos DV (e também alunos sem deficiências) a compreender melhor o conteúdo de propriedades periódicas dos elementos químicos. “Fica evidente que a busca por uma escola inclusiva necessita de vontade do poder público e mais

pesquisas na área, buscando desenvolver materiais didáticos específicos e novas perspectivas no processo de ensino-aprendizagem inclusivo” (BOTERO *et al.*, 2011, p. 4).

A fim de que os alunos com e sem DV possam ter uma melhor compreensão e aprendizagem acerca do que está sendo estudado foi confeccionado um caderno elucidativo, escrito tanto em tinta (**Apêndice C**) quanto em braille. Esse caderno apresenta dois tópicos: o primeiro apresenta de forma resumida o conteúdo que está sendo estudado (Propriedades Periódicas), baseando-se nos LDs, e o segundo tópico explica a como os recursos didáticos devem ser interpretados e utilizados. A parte em braille foi feita manualmente, usando reglete e punção e folhas de papel para impressão em braille de formulário contínuo, 120 g, destacando-se as aparas.

Ao confeccionar o material didático foi pensado, principalmente, em como o aluno DV iria aprender através dele, explorando o máximo possível a percepção tátil. De acordo com Patrocínio *et al.* (2017, p. 7), o recurso tátil juntamente com a presença do educador, facilita o processo de fixação dos conteúdos e, conseqüentemente, a concretização da aprendizagem pelos alunos DV.

Os materiais didáticos confeccionados exploram a percepção tátil como meio significativo na compreensão da aprendizagem, visto que possibilita a exploração sensorial, permitindo ao aluno DV perceber características como textura, forma e tamanho na utilização dos recursos didáticos. Como aponta Oliveira *et al.* (2003, p. 446),

a modalidade tátil é de ampla confiabilidade. Vai além do mero sentido do tato, inclui também a percepção e a interpretação por meio da exploração sensorial. Esta modalidade fornece informações, a respeito do ambiente, menos refinadas que as fornecidas pela visão [...] a ausência da modalidade visual exige experiências alternativas de desenvolvimento, a fim de cultivar a inteligência e promover capacidades sócio adaptativas. O ponto central desses esforços é a exploração do pleno desenvolvimento tátil.

Para que os alunos DV compreendessem o tema propriedades periódicas, o material confeccionado precisava considerar as dificuldades acarretadas pela falta da visão. A utilização de material em alto relevo com diferentes materiais de texturas distintas tinha por finalidade acentuar a captação tátil. De acordo com Vaz e coautores (2012), o uso de materiais didáticos é importante para auxiliar na aprendizagem dos conceitos científicos, o professor deve desenvolver estratégias que estimule a aprendizagem do aluno DV, no entanto qualquer recurso pedagógico deve estar devidamente adaptado as necessidades perceptuais.

Como ressalta Zerbato e Mendes (2018, p. 149), o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) visa proporcionar uma maior variedade de opções para o ensino de todos, considerando a diversidade da sala de aula, valorizando como eles expressam seus

conhecimentos e como estão envolvidos e motivados para aprender mais. A preparação dos recursos pedagógicos, busca compreender os princípios do DUA, tendo como objetivo acolher todos os alunos na educação inclusiva, fazendo uso de materiais de baixo custo.

4.2 Avaliação do Material Didático

O material didático confeccionado com as placas de MDF como via pedagógica inclusiva para alunos DV, foi analisado por um licenciado em Química DV e uma transcritora/revisora braille da UFPB. A avaliação dos respectivos recursos didáticos foi feita com base no roteiro disposto no [Apêndice A](#).

De modo geral, segundo os avaliadores, o recurso está apto para o uso de todo e qualquer aluno da sala de aula, com ou sem DV, apresentando características que atendem às necessidades educacionais de todos e sendo facilmente adaptável (possibilitando possíveis alterações no momento em que estas surgirem). Ainda segundo os avaliadores, o material pode ser interpretado e compreendido por todos, até mesmo aqueles que nunca estudaram a disciplina de Química, visto que o caderno elucidativo preparado para instruir o manuseio do material didático está muito bem elaborado. Vaz e coautores (2012, p. 84) ressaltam que a adaptação de materiais para alunos DV deve estar de acordo com os objetivos do processo de inclusão escolar que visa oferecer as mesmas oportunidades de aprendizagem a todos os alunos independente de suas necessidades.

Segundo o licenciado em Química DV, o caderno elucidativo está descrevendo de modo satisfatório a que corresponde cada material utilizado na construção do recurso pedagógico, o que auxilia na compreensão por parte do aluno DV quando este apresentar alguma dúvida sobre o significado de uma dada representação. As informações em Braille estão escritas de forma legível, tanto no caderno elucidativo em braille quanto no material didático. A utilização de folhas de radiografia para a escrita das informações em braille no material didático foi bem pensada, pois mantém a escrita legível por mais tempo (aumento da durabilidade da informação).

Ambos os avaliadores elogiaram a utilização de materiais em alto relevo com diferentes texturas (EVA, barbante, miçangas etc.) para diferenciar os constituintes dos modelos presentes no material didático. Para Azevedo (2012), o aluno DV enxerga o mundo com as mãos, isto é, utilizando o sentido do tato, assim é importante que o material seja desenvolvido em alto relevo.

De acordo com Paulino *et al.* (2011, p. 678)

A intervenção educativa e a utilização de materiais didáticos adaptados às necessidades perceptuais de estudantes com deficiência visual ajudam no desenvolvimento de caminhos alternativos de desenvolvimento com o uso de recursos que favorecem a percepção tátil e a diferenciação de estruturas de forma a facilitar a compreensão do conteúdo tanto por alunos videntes, quanto com deficientes visuais.

É importante que os materiais confeccionados sejam seguros, não devendo oferecer perigo para os educandos (CERQUEIRA; FERREIRA, 2000). Os avaliadores concordaram que o recurso é seguro, considerando que não oferece riscos físicos e nem acidentais, além de não necessitar de elevado esforço físico para sua utilização, pois os materiais são de fácil manuseio e não gera nenhuma condição de desconforto ao ser manuseado. O armazenamento em uma pasta com divisórias também facilita o deslocamento do material didático, seja pelo professor ou pelo aluno DV, além de preservar a condição dos recursos.

Ainda segundo os avaliadores, o material didático pode ser utilizado tanto em sala de aula como em outros ambientes, e não apresenta um dimensionamento (tamanho) que dificulte sua utilização nesses ambientes (ou até mesmo sua locomoção e uso). Segundo Cerqueira e Ferreira (2000), os materiais devem ser confeccionados ou selecionados em tamanho adequado às condições dos alunos. “Materiais excessivamente pequenos não ressaltam detalhes de suas partes e componentes ou perdem-se com facilidade. Já o exagero no tamanho pode prejudicar a apreensão da totalidade (visão global)” (CERQUEIRA; FERREIRA, 2000, p. 3).

Por ser um material inclusivo, deve-se adequar a todos os alunos, independentemente de ter ou não alguma deficiência. Em razão desse fato, os avaliadores ressaltaram duas sugestões: (1) a primeira foi a substituição da cor do EVA para uma cor com tonalidade mais escura, para que haja um contraste com a superfície base e que alunos com baixa visão possam se utilizar desse meio para ter acesso às informações não textuais do material; e (2) a segunda foi a identificação da posição da placa, ou seja, adicionar no canto superior direito, por exemplo, algum sinal para que o aluno DV entenda que aquele lado deve sempre ficar no lado direito e para cima. A primeira sugestão, inclusive, vai de encontro com o que aponta Cerqueira e Ferreira (2000, p. 3), que ressalta que materiais didáticos devem ter cores fortes e contrastantes para melhorar e estimular a visão funcional do aluno DV.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao chegarmos ao final deste trabalho, consideramos que ele se apresenta como uma das ferramentas possíveis para a efetivação da Educação Inclusiva no ensino de Química, pois todas as pessoas sejam quais forem suas deficiências, limitações ou dificuldades têm o direito a ingressar nas escolas regulares. No que tange ao ensino de Química para alunos DV, é perceptível a carência de materiais didáticos quando comparados àqueles que alunos sem deficiência têm acesso. Isto, por sua vez, deixa os alunos DV carentes de recursos pedagógicos. Contudo, verifica-se que o número de trabalhos publicados voltados para essa área aumentou de forma significativa, envolvendo a confecção dos materiais a fim de evoluir no aprendizado sobre os conhecimentos científicos para os alunos DV.

Para a confecção dos materiais didáticos aqui reportados foram utilizados materiais de fácil acesso e baixo custo, possibilitando que outros professores, que tenham alunos DV em suas salas, possam replicar esse material e utilizar com seus alunos, seja durante as aulas propriamente ditas ou em momentos extraclases. É importante ressaltar que esse recurso pedagógico inclusivo foi confeccionado seguindo as instruções do DUA, sendo desenvolvido em alto relevo, com diferentes texturas e tamanho apropriado para que todos os alunos presentes em sala de aula, independente de suas características físicas, possam usufruir dessa estratégia proposta para a melhoria do ensino de Química.

Por fim, os recursos didático-pedagógicos confeccionados nesse trabalho, que abordam o tema propriedades periódicas dos elementos químicos, apresentam um caráter inclusivo, segundo os avaliadores do respectivo material, o que, por sua vez, podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem desses conceitos químicos para alunos DV (e também para aqueles sem nenhuma deficiência).

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, M. T. **Química: Ser Protagonista**. 2. ed. São Paulo, SP: Edições SM LTDA, 2013. v. 1, cap. 8, p. 122-135.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- AZEVEDO, A. C. **Utilizando Material Didático Adaptado para Deficientes Visuais**. 2012. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ), 2012.
- BELTRAMIN, F. S.; GÓIS, J. Materiais Didáticos para alunos cegos e surdos no Ensino de Química. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, XVI., 2012, Salvador (BA), Anais [...].* Salvador (BA): SBQ, 2012. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7563/5802>>. Acesso em 13 maio 2020.
- BOTERO, W. G.; SANTOS, O. S.; BARBOSA, J. C. S. O Ensino de Química para Deficientes Visuais: elaborando materiais inclusivos em Termoquímica. *In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE QUÍMICA, 4., 2011, Natal (RN), Anais [...].* Natal (RN): ANNQ, 2011. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/12522740-O-ensino-de-quimica-para-deficientes-visuais-elaborando-materiais-inclusivos-em-termoquimica.html>>. Acesso em: 13 maio 2020.
- BOYD-KYMBALL, D. Adaptive instructional aids for teaching a blind student in a Nonmajors College Chemistry Course. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 11, p. 1395-1399, 2012.
- BRASIL. **Grafia Química Braille para Uso no Brasil**. 3. ed. Brasília (DF): SECADI, 2017.
- BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, E. **Química: A Ciência Central**. 9. ed. São Paulo: Pearson, 2005.
- BYJU'S, THE LEARNING APP. **ELECTROPOSITIVITY**. Disponível em: www.byjus.com/chemistry/electropositivity. Acesso em: 23 jul. 2020.
- CARDINALI, S. M. M.; FERREIRA A.C. A aprendizagem da célula pelos estudantes cegos utilizando modelos tridimensionais: um desafio ético. **Revista Benjamin Constant**, v. 1, n. 46, p. 1-10, 2010.
- CARLETTO, A. C; CAMBIAGHI, S. **Desenho Universal: Um conceito para todos**. São Paulo: Mara Gabrilli, Company S.A., 2007.
- CARNEIRO, E. A.; TELES, V.; LIMA, R.; RIZZATTI, I.; VITORIANO, F. Experimento adaptado para estudantes com Deficiência Visual: estudo da relação solubilidade versus temperatura. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 9, n. 18, p. 173-181, 2016.

CISCATO, C. A. M.; PEREIRA, L. F.; CHEMELLO, E.; PROTI, P. B. **Química**. v. 1. São Paulo: Moderna, 2016.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, M. A. Os recursos didáticos na educação especial. **Revista Benjamin Constant**, v. 15., n.p., 2000.

CONDE, A. J. M. **Definição de cegueira e baixa visão**. Instituto Benjamin Constant, 2017. Disponível em: <http://www.ibc.gov.br/images/conteudo/AREAS_ESPECIAIS/CEGUEIRA_E_BAIXA_VISAO/ARTIGOS/Def-de-cegueira-e-baixa-viso.pdf>. Acesso em: 18 set. 2020.

CrystalMaker® Software LTD. **CrystalMaker**. Disponível em: <<http://crystallmaker.com/>>. Acesso em: 03 set. 2019

FERNANDES, J. M.; FRANCO-PATROCÍNIO, S.; ZAMBELLI, M. H.; FREITAS-REIS, I. A elaboração de materiais para o ensino de Modelos Atômicos e Distribuição Eletrônica para discente cego: produtos de um Projeto Probic-Jr. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 95-108, 2017.

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

FONSECA, M. R. M. **Química**. v. 1. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. rev. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, F. P.; REGIANI, A. M.; AURAS, S. R.; SILVEIRA, T. S.; COELHO, J. C.; HOBMEIR, A. K. T. A Educação Inclusiva na formação de professores e no Ensino de Química: a deficiência visual em debate: relatos de sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 4, p. 264-271, 2013.

GRANDI, C. S. O uso de recursos didáticos como ferramenta no ensino da Matemática para deficientes visuais: a sua importância. **Revista da Graduação**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 1-17, 2012.

GRIFING, H. C.; PAUL J. GERBER. Desenvolvimento tátil e suas implicações na educação de crianças cegas. **Revista Benjamin Constant**, v. 5, n.p., 1996.

JOHNSTONE, A. H. The Development of Chemistry Teaching: a changing response to changing demand, **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.

LIMA, T. A.; ASSUNÇÃO, A. D. A.; MOURA, P. M. O Ensino de Química ea Educação Inclusiva: uma proposta para deficientes visuais. *In*: CONGRESSO NACIONAL DA EDUCAÇÃO, III., 2016, Natal (RN), **Anais [...]**. Natal (RN): Editora Realize, 2016. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_MD1_SA18_ID8323_18082016142947.pdf>. Acesso em 13 maio 2020.

LISBOA, J. C. F.; BRUNI, A. T.; NERY, A. L. P.; LIEGEL, R. M.; AOKI, V. L. M. **Ser protagonista: Química**. v. 1. 3. ed. São Paulo: SM, 2016.

LOPES, A. R. C. Potencial de Redução e Eletronegatividade: obstáculo verbal. **Química Nova na Escola**, v. 4, p. 21-23, 1996.

LUIZ, J. M.; NUNES, R. S.; MATOS, J. R. Síntese, caracterização e comportamento térmico de amidossulfonatos de terras raras. **Revista Química Nova**, v. 36, n. 3, p. 426-430, 2013.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?** São Paulo: Moderna, 2003.

MÓL, G. S.; BASTOS, A. R. B.; DAMIANI, M. F.; DANTAS, L. M.; FIRME, M. V. F. Construção de Recursos Alternativos para o Ensino de Química para Alunos com Deficiências. *In: ENCONTRA NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, XVIII., 2016, Florianópolis (SC), Anais [...].* Florianópolis (SC): SBQ, 2016. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1864-1.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2020.

MÓL, G. S.; NEVES, P. R.; RODRIGUES, S.; VIDIGAL, A.; FREITAS, A. A. Ensinando e Experimentando Química Com Alunos Deficientes Visuais. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, XII., 2004, Goiânia (GO), Anais [...].* Goiânia (GO): SBQ, 2004. Disponível em: <<http://143.107.52.76/resumos/28RA/T0933-1.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2020.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 1-11, 2000.

NEVES, P. R.; MÓL, G. S. A Diversidade Para Aprender Conceitos Científicos: a ressignificação do Ensino de Ciências a partir do trabalho pedagógico com alunos cegos. *In: MALDANER, O. A.; SANTOS, W. L. P. (orgs.). Ensino de Química em Foco.* Ijuí (RS): Unijuí, 2013.

NOVAIS, V. L. N. D.; ANTUNES, M. T. V. **Vivá: Química.** v. 1. Curitiba: Positivo, 2016.

NUNES, C.; MADUREIRA, I. Desenho Universal para a Aprendizagem: Construindo práticas pedagógicas inclusivas, **Da Investigação às Práticas**, v. 5, n. 2, p. 126-143, 2015.

OLIVEIRA, C. M.; NUERNBERG, A. H.; NUNES, C. H. S. S. Desenho universal e avaliação psicológica na perspectiva dos direitos humanos. **Avaliação Psicológica**, v. 12, n. 3, p. 421-428, 2013.

OLIVEIRA, O. A.; FERNANDES, J. D. G. **Arquitetura Atômica e Molecular: Propriedades Periódicas dos Elementos.** Natal (RN): EDUFRN – Editora da UFRN, 2006.

PATROCÍNIO, S. F.; FERNANDES, J. M.; REIS, I. F. Um modelo tátil da tabela periódica: o ensino de química para alunos cegos num contexto inclusivo. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, XI., 2017, Florianópolis (SC), Anais [...].* Florianópolis (SC), 2017.

PAULA, T. E.; GUIMARÃES, O. M.; SILVA, C. S. Análise dos artigos publicados na revista Química Nova na Escola acerca da educação inclusiva no Ensino de Química. *In:*

ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, XVII., 2014, Ouro Preto (MG), **Anais [...]**. Ouro Preto (MG): SBQ, 2014. Tema: Educação inclusiva.

PAULINO, A. L. S.; VAZ, J. M. C.; BAZON, F. V. M. Materiais adaptados para ensino de biologia como recursos de inclusão de alunos com deficiência visual. *In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO ESPECIAL*, 7., 2011, Londrina. **Anais [...]**. Londrina (PR), 2011.

PIRES, R. F. M.; RAPOSO, P. N.; MÓL, G. S. Adaptação de um livro didático de química para alunos com deficiência visual. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, VI., 2007, Rio de Janeiro (RJ). **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2007. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p657.pdf>>. Acesso em 13. maio 2020.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia no trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAZUCK, R. C. S. R.; OLIVEIRA NETO, W. A química orgânica acessibilizada por meio de kits de modelo molecular adaptados. **Revista Educação Especial**, v. 28, n. 52, p. 473-486, 2015.

RAZUCK, R. C. S. R.; GUIMARÃES, L. B. O desafio de ensinar modelos atômicos a alunos cegos e o processo de formação de professores. **Revista Educação Especial**, v. 27, n. 48, p.141-154, 2014.

RIBEIRO, G. R. P. S; AMATO, C. A. H. Análise da utilização do desenho universal para aprendizagem. **Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento**, v. 18, n. 2, p. 125-151, 2018.

ROSA, P. I. **A prática docente e os materiais grafo-táteis no ensino de ciências naturais e da terra para pessoas com deficiência visual: uma reflexão sobre o uso em sala de aula**. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão – CMPDI) – Universidade Federal Fluminense, Niterói (RJ), 2015.

RSC. **Interactive Periodic Table**. Disponível em: <<http://www.rsc.org/periodic-table>>. Acesso em: 21 ago. 2019.

RUSSELL, J. B. **Química Geral**. v. 1. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

SANTOS, C. M. A.; SILVA, R. A. G.; WARTHA, E. J. O conceito de eletronegatividade na educação básica e no ensino superior. **Química Nova**, v. 34, n. 10, p. 1846-1851, 2011.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (coord.). **Química Cidadã**. v. 2. 3. ed. São Paulo: AJS, 2016.

SANTOS, F. M. T. dos; GOI, M. E. J. Resolução de Problemas no Ensino de Química – fundamentos epistemológicos para o emprego da metodologia na Educação Básica. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, XVI., 2012, Salvador (BA), **Anais [...]**. Salvador (BA), SBQ, 2012.

SASSAKI, R. K. **Inclusão: Construindo Um a Sociedade Para Todos**. 3. ed. Rio de Janeiro: WVA, 1999.

SASSAKI, R. K. Terminologia sobre deficiência na era da inclusão. **Revista Nacional de Reabilitação**, v. 5, n. 25, p. 5-14, 2002.

TOMBAUGH, D. Chemistry and visually impaired: available teaching aids. **Journal of Chemical Education**, v. 58, n. 3, p. 222-226, 1981.

TEKE, D.; SOZBILIR, M. Teaching energy in living systems to a blind student in an inclusive classroom environment. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 20, p. 890-901, 2019.

VASCONCELOS, F. C. G. C; ARROIO, A. Explorando as percepções de professores em serviços sobre as visualizações no ensino de química. **Revista Química Nova**, v. 36, n. 8, p. 1212-1247, 2013.

VAZ, J. M. C.; PAULINO, A. L. S; BAZON, F. V. M.; KILL, K. B; ORLANDO, T. C; IS, M. X. Material Didático para Ensino de Biologia: Possibilidades de Inclusão. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 12, n. 3, p. 81-104, 2012.

ZERBATO, A. P.; MENDES, E. G. Desenho universal para a aprendizagem como estratégia de inclusão escolar. **Revista Educação Unisinos**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 147-155, 2018.

ZERBATO, A. P. **Desenho Universal Para Aprendizagem na Perspectiva da Inclusão Escolar: Potencialidades e Limites de Uma Formação Colaborativa**. 2018. Tese (Doutorado em Educação Especial) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP), 2018.

APÊNDICE A – ROTEIRO PARA AVALIAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO

Caros avaliadores, o presente roteiro tem por intuito facilitar o processo de análise e avaliação dos materiais didáticos confeccionados que abordam o conteúdo de Propriedades Periódicas dos Elementos Químicos. O respectivo recurso didático-pedagógico tem por objetivo principal facilitar a compreensão do determinado conteúdo por alunos com deficiência visual.

Os pontos norteadores do roteiro de avaliação foram elaborados em consonância com os sete princípios de acessibilidade dispostos no Desenho Universal: 1) Igualitário; 2) Adaptável; 3) Óbvio; 4) Conhecido; 5) Seguro; 6) Sem esforço; e 7) Abrangente (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2007).

1. O material didático pode ser utilizado autonomamente por toda e qualquer pessoa, independentemente das características físicas do usuário?
2. O material didático apresenta características que atende às necessidades educacionais de alunos com deficiência visual?
3. O material didático permite que sejam feitas adaptações, quando necessárias, para atender necessidades educacionais diversas?
4. O material didático pode ser usado e compreendido por qualquer pessoa independente de sua experiência e conhecimento sobre o assunto?
5. As informações não textuais presentes no recurso didático são de fácil percepção?
6. As informações em braille presentes no material estão legíveis?
7. O material didático é seguro, não expondo usuários (alunos e professores) a riscos físicos, acidentais ou não?
8. Ao usar o material didático, houve a necessidade de esforço físico elevado?
9. Houve desconforto físico ao utilizar o material didático?
10. O recurso didático apresenta dimensionamento adequado para manuseio em sala de aula?
11. O recurso didático apresenta dimensionamento adequado para manuseio nos mais diversos ambientes voltados para estudos extraclasse?
12. Espaço para sugestões, observações e/ou apontamentos para melhoria do material didático.

APÊNDICE B – RESUMO APRESENTADO NO V CONEDU



MODELOS BIDIMENSIONAIS SOBRE RAIOS ATÔMICOS COMO ESTRATÉGIA INCLUSIVA PARA O ENSINO DE QUÍMICA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

Natália Alves Pena Silva (1); João Batista Moura de Resende Filho (2)

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa.
E-mail: jb.quimica@hotmail.com.*

1 INTRODUÇÃO

A Educação Inclusiva é um paradigma que assume que toda e qualquer pessoa pode aprender, independentemente de suas características. Logo, tal modelo incentiva e defende a participação ativa de pessoas com diferentes características nas salas de aula da rede regular de ensino, pois é na diversidade e na pluralidade que o processo educacional é enriquecido, nas mais diversas vertentes (SEESP/MEC, 2008). Alunos com deficiência física e/ou intelectual, que dificilmente eram encontrados em salas de aula regulares, são facilmente encontrados nos dias atuais, o que anuncia um alvorecer da consolidação do processo de Educação Inclusiva. “57,8% das escolas brasileiras têm alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento ou altas habilidades incluídos em classes comuns. Em 2008, esse percentual era de apenas 31%” (INEP, 2016, p. 4).

Considerando esse aumento considerável de alunos com deficiência e transtornos globais do desenvolvimento em sala de aula, cabe-nos fazer alguns questionamentos: Como os cursos de formação docente (licenciaturas e Pedagogia) estão preparando os futuros professores a trabalhar com essa diversidade? Como os atuais professores estão se capacitando para poder atender a variadas necessidades educacionais? Delimitando o atendimento às necessidades educacionais dos alunos com deficiência visual (DV) e trazendo para o âmbito da Educação Química, questionamos como os professores e futuros professores de Química estão sendo preparados para atender esses alunos, para possibilitar o acesso ao conhecimento químico?

Dentro dessa problemática, o curso de Licenciatura em Química, turno noturno, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Sousa, vem desenvolvendo em suas unidades curriculares (Práticas Profissionais e unidades curriculares de LIBRAS), o conhecimento, o desenvolvimento e a análise/avaliação de estratégias inclusivas no ensino de Química para alunos com deficiência, com enfoque na deficiência visual e na auditiva.

No que tange ao ensino de Química para alunos com deficiência visual na rede regular de ensino, podemos encontrar alguns trabalhos publicados na literatura, seja em periódicos ou em anais de eventos acadêmico-científicos. Esses trabalhos, de um modo geral, estão focados na(o) 1) avaliação do conhecimento dos alunos DV sobre determinados aspectos da Química ou do sistema de escrita que estes utilizam (SILVA; DAMASCENO, 2015; FALCÃO et al., 2013); 2) adaptação, desenvolvimento, análise e/ou avaliação de recursos didáticos no ensino de Química (BERTALLI et al., 2010; FARIA et al., 2017; REGIANI et al., 2010); 3) adaptação de experimentos no ensino de Química (BENITE et al., 2017; FERNANDES et al., 2017); e 4) capacitação docente nos processos de formação inicial e/ou continuada (FALCÃO; RESENDE FILHO, 2012; GONÇALVES et al., 2013; PAULA et al., 2018; RESENDE FILHO et al., 2009; RESENDE FILHO et al., 2014).

Considerando o exposto, o presente trabalho trata-se de um relato de experiência de uma aluna do curso superior de Licenciatura em Química, turno noturno, do IFPB, Campus Sousa, sobre uma aula planejada e ministrada na disciplina de Prática Profissional IV, sob o

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br



viés da utilização de estratégias inclusivas no ensino de Química para alunos com deficiência visual, tendo como tema/conteúdo a ser trabalhado o de Propriedades Periódicas dos elementos químicos, com foco na propriedade de Raio Atômico.

2 METODOLOGIA

Na unidade disciplinar de Prática Profissional IV do referido curso, é trabalhada a temática Educação Inclusiva com foco nas Estratégias Inclusivas no Ensino de Química para Alunos com Deficiência Visual. Após as apresentações e discussões sobre os eixos norteadores da Educação Inclusiva e trabalhos publicados em periódicos e eventos acadêmico-científicos que se referem ao ensino de Química para alunos com deficiência visual (DV), o professor da disciplina selecionou alguns conteúdos/temas de Química para serem ministrados em sala de aula. Essas aulas deveriam permitir a um aluno DV o acesso ao referido conhecimento, de modo que todos os alunos presentes na aula (com e sem deficiência) pudessem compreender o conteúdo. Vale a pena ressaltar que na sala havia um aluno DV, licenciado em Química, que iria avaliar as estratégias adotadas na aula, juntamente com o professor da disciplina.

A metodologia desse relato de experiência, portanto, será agrupada em três subcapítulos: planejamento da aula, construção do modelo bidimensional tátil e execução da aula.

2.1 Planejamento da aula

O tema selecionado para a aula foi Propriedades Periódicas dos elementos químicos, com foco na propriedade de Raio Atômico. A aula foi planejada para o tempo estipulado: 30 min de duração.

Como na turma havia alunos com e sem deficiência visual, o planejamento da aula deveria compreender as necessidades educativas de ambos. Para tanto, optou-se pela utilização do quadro branco como recurso didático (para alunos videntes) e a confecção de modelos bidimensionais táteis (para o aluno DV). Vale a pena mencionar que embora o modelo bidimensional foi construído buscando atender as necessidades educacionais do aluno DV, nada impede que o mesmo seja utilizado com os alunos sem deficiência visual.

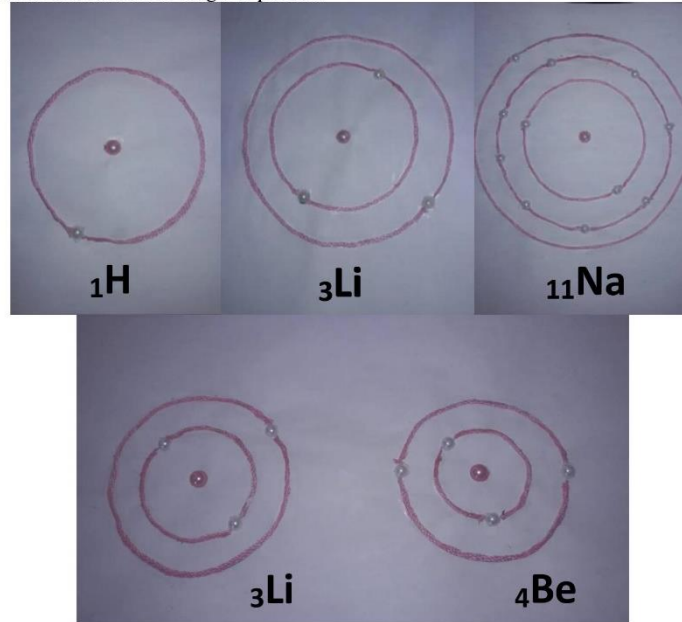
2.2 Construção do Modelo Bidimensional Tátil

O modelo foi construído com o objetivo de facilitar o entendimento a respeito do tamanho do raio atômico e de seu aumento/diminuição, ao longo de um período ou grupo/família da tabela periódica. Para a confecção do modelo bidimensional elucidativo da propriedade periódica raio atômico, foram utilizados os seguintes materiais: 1) linha utilizada em bordados para fazer as camadas em torno do núcleo; 2) meia pérola (em dois tamanhos: o tamanho maior para simbolizar o núcleo e o tamanho menor para representar os elétrons em cada camada); 3) cola branca; e 4) folha de papel A4, que serviria como suporte físico (base) para os modelos bidimensionais.

Foram confeccionados, ao todo, 4 bases com os modelos bidimensionais táteis (**Figura 1**). A finalidade do material didático confeccionado foi facilitar a compreensão do aluno DV em relação ao tamanho do raio atômico de cada elemento químico citado na aula ministrada, que foram: Hidrogênio (${}^1\text{H}$), Lítio (${}^3\text{Li}$), Berílio (${}^4\text{Be}$) e Sódio (${}^{11}\text{Na}$). Vale a pena destacar que, embora simples, o material didático confeccionado só terá significado quando associado com a explicação do professor sobre o determinado assunto.



Figura 1 – Modelos bidimensionais táteis para o Hidrogênio (${}^1\text{H}$), Lítio (${}^3\text{Li}$) e Sódio (${}^{11}\text{Na}$), denotando o comportamento do raio atômico ao longo do grupo; e para o Lítio (${}^3\text{Li}$) e o Berílio (${}^4\text{Be}$), denotando o comportamento do raio atômico ao longo do período.



FONTE: Autoria própria.

OBS.: os modelos bidimensionais táteis tem raios (tamanhos) diferentes, perceptíveis pelo tato; as ilustrações acima estão em escalas diferentes.

2.3 Execução da aula

A aula foi ministrada na turma de Prática Profissional IV, que era composta por 6 alunos licenciandos em Química, o professor da disciplina e um aluno DV licenciado em Química. Ela teve a duração de 30 min, conforme o planejamento da mesma, e, no decorrer da aula, os alunos poderiam fazer questionamentos sobre os pontos abordados que não estivessem claros ou que tivessem dúvidas.

Ao término de todas as aulas, o professor juntamente com o licenciado em Química DV fizeram seus apontamentos e avaliações sobre as aulas. Além disso, os licenciandos em Química que ministraram as aulas utilizando estratégias inclusivas para o ensino de química voltado a alunos DVs também puderam expor suas dificuldades e limites no planejamento e na execução da aula, assim como as possibilidades de novas formas de ensinar Química que não estejam arraigadas às suas características visuais. Vale a pena ressaltar que os demais licenciandos em Química também ministraram aulas sob uma perspectiva inclusiva, voltada para o atendimento das necessidades educacionais de alunos com e sem DV. Entretanto, como os temas das aulas eram dessemelhantes e as experiências vivenciadas por cada aluno foram únicas, o presente trabalho relata apenas a experiência da licencianda em Química que teve por tema a aula sobre Propriedades Periódicas dos Elementos Químicos, com foco em Raio Atômico.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, é importante frisar o receio da licencianda em Química (mencionado e discutido em momentos de análise das aulas) de não saber como lidar com um aluno que tem deficiência visual, a preocupação em saber conduzir a aula para que tudo o que ela estava explicando fosse compreendido por todos os(as) alunos(as). O principal questionamento era: como dar aula sobre Raio Atômico a um aluno DV se todos os recursos didáticos disponíveis sobre o assunto são predominantemente visuais? Através de orientações com o professor da disciplina, o planejamento da aula foi elaborado e um recurso didático auxiliar (modelo bidimensional tátil) foi construído.

O modelo bidimensional tátil pode promover uma melhor compreensão do assunto abordado através da exploração da percepção háptica do aluno DV. Vale a pena destacar que o material didático confeccionado por si só não consiste em um recurso didático autônomo para o ensino do conteúdo Raio Atômico no ensino de Química. Esse material pedagógico pode ser utilizado como suporte em sala de aula, como recurso auxiliar para a abordagem do referido conteúdo em turmas que tenham alunos DV, possibilitando a estes o acesso ao conhecimento, através da interação entre professor-aluno DV (e também entre alunos). Durante a aula, não houve problemas no manuseio do material didático pelo aluno DV, sendo aquele facilmente compreendido pelo mesmo junto com a explicação dada pela licencianda em Química.

Vale a pena ressaltar que o aluno DV já conhecia o formato da Tabela Periódica e os “macetes” geralmente trabalhados no tópico de Raio Atômico: “no grupo, aumenta de cima para baixo; no período, aumenta da direita para a esquerda”. Entretanto, o recurso didático permitia que o aluno DV (assim como os demais) compreendesse o porquê do Raio Atômico aumentar ao longo de um grupo e o porquê dele diminuir ao longo do período. Isso é de suma importância no processo de ensino-aprendizagem de Química, pois foge do ensino tradicional que preconiza memorizações que facilitem a resolução de questões e exercícios.

Outro ponto que vale a pena ressaltar é a retórica do professor, o que é falado e como é falado em sala de aula. Apesar de não percebermos, nossa fala está repleta de termos demonstrativos, que necessitam da visão para sua compreensão, tais como: “este ponto”, “aquela substância”, “como podemos observar aqui/ali”, etc. A licencianda em Química ressaltou que foi bastante difícil esse policiamento da retórica: “são palavras que saem naturalmente durante a explicação e com o decorrer da aula, nem percebia que fazia uso desses termos” (fala da Licencianda em Química).

4 CONCLUSÕES

Em linhas gerais, o relato de experiência denota as dificuldades enfrentadas (e contornadas) por uma licencianda em Química para planejar e ministrar uma aula sobre Propriedades Periódicas dos Elementos Químicos, com enfoque em Raio Atômico, para uma turma que contivesse um aluno com deficiência visual. Essa experiência, vivenciada em uma unidade curricular do curso superior de Licenciatura em Química do IFPB, Campus Sousa, permitiu observar as fragilidades nos nossos métodos mais convencionais de ensinar, quando nos deparamos com a diversidade em sala de aula que foge daquele “aluno padrão”. Durante esta, um material didático simples (modelo bidimensional tátil) foi confeccionado, possibilitando o acesso do aluno DV ao conhecimento químico, através da associação entre seu uso, a retórica da licencianda em Química (suas explicações) e a interação entre professor-aluno DV. Dentre as maiores dificuldades enfrentadas no planejamento e na execução desta aula, a licencianda em Química destacou o policiamento constante para manter uma retórica adequada e acessível a todos e da verbalização de recursos didáticos visuais (informações

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br



escritas no quadro branco e algumas imagens utilizadas para os alunos sem deficiência visual para a explanação do Raio Atômico).

REFERÊNCIAS

BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C.; BONOMO, F. A. F.; VARGAS, G. N.; ARAÚJO, R. J. S.; ALVES, D. R. A experimentação no Ensino de Química para deficientes visuais com uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado. **Revista Química Nova na Escola**, v. 39, n. 3, p. 245-249, 2017.

BERTALLI, J. G.; RAMOS, E. S.; SIQUEIRA, O. S. Modelo atômico alternativo para o ensino de geometria molecular para deficientes visuais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, XV., 2010, Brasília (DF). **Anais...** UnB: Brasília, 2010.

FALCÃO, N. K. S. M.; RESENDE FILHO, J. B. M. A utilização de materiais didáticos no ensino de Atomística para deficientes visuais: o Modelo de Thomson e a Ampola de Crookes. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA/ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA, XVI/X., 2012, Salvador. **Anais...** UFBA: Salvador, 2012.

FALCÃO, N. K. S. M.; RESENDE FILHO, J. B. M.; FIGUEIRÊDO, A. M. T. A.; ODEBRECHT, M. F. H. Avaliação do nível de conhecimento dos alunos do Ensino Médio da cidade de João Pessoa com Deficiência Visual sobre as Grafias Química e Matemática Braille. **Revista Educação Especial**, Santa Maria (RS), v. 26, n. 46, p. 367-384, 2013.

FARIA, B. A.; BONOMO, F. A. F.; RODRIGUES, A. C. C.; VARGAS, G. N.; SILVA, J. P. B.; OLIVEIRA, M. S. G.; BENITE, C. R. M. Ensino de Química para deficientes visuais numa perspectiva inclusiva: estudo sobre o ensino da distribuição eletrônica e identificação dos elementos químicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, XI., 2017, Florianópolis. **Anais...** UFSC: Florianópolis, 2017.

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

GONÇALVES, F. P.; REGIANI, A. M.; AURAS, S. R.; SILVEIRA, T. S.; COELHO, J. C.; HOBMEIR, A. K. T. A Educação Inclusiva na formação de professores e no Ensino de Química: a Deficiência Visual em debate. **Revista Química Nova na Escola**, v. 35, n. 4, p. 264-271, 2013.

INEP. **Censo Escolar da Educação Básica 2016**: Notas Estatísticas. Brasília (DF): 2017. 28 p.

PAULA, T. E.; GUIMARÃES, O. M.; SILVA, C. S. Formação de professores de Química no contexto da Educação Inclusiva. **Alexandria: R. Educ. Ci. Tec.**, Florianópolis, v. 11, n. 1, p. 3-29, 2008.

REGIANI, A. M.; MARTINS, J. L.; MÓL, G. S. Materiais adaptados para o ensino de geometria molecular a deficientes visuais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, XV., 2010, Brasília (DF). **Anais...** UnB: Brasília, 2010.



RESENDE FILHO, J. B. M.; FALCÃO, N. K. S. M.; ARAÚJO, R. C. M. QuimBraille: curso de braille voltado para a capacitação de professores – um relato de experiência. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, ano 20, n. 57, v. 1, p. 79-91, 2014.

RESENDE FILHO, J. B. M.; NASCIMENTO, Y. I. F.; BARRETO, I. S. Ensino de Química e Inclusão: confecção de modelos atômicos que facilitem a aprendizagem de alunos deficientes visuais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 7^{o.}, 2009, Salvador. **Anais...** UFBA: Salvador, 2009.

SEESP/MEC. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília (DF): SEESP/MEC, 2008. 19 p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducespecial.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

SILVA, W. D. A.; DAMASCENO, M. M. S. A Química no contexto da Educação Especial: o professor, o ensino e a deficiência visual. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 1, n. 1, p. 20-28, 2015.

**APÊNDICE C – CADERNO ELUCIDATIVO QUE ACOMPANHA MATERIAL
DIDÁTICO CONFECCIONADO**



**INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – CAMPUS SOUSA
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**CADERNO ELUCIDATIVO EM BRAILLE: RESUMO COMPLEMENTAR PARA O
MATERIAL DIDÁTICO SOBRE PROPRIEDADES PERIÓDICAS DOS
ELEMENTOS QUÍMICOS**

NATÁLIA ALVES PENA SILVA

**SOUSA (PB)
2020**

1 PROPRIEDADES PERIÓDICAS

As propriedades periódicas dos elementos químicos são as que apresentam valores que crescem ou decrescem em determinados intervalos de números atômicos ao longo da Tabela Periódica dos Elementos Químicos. Aqui serão definidas cinco delas: Raio Atômico, Energia de Ionização, Afinidade Eletrônica, Eletronegatividade e Eletropositividade.

Raio Atômico: definido como a metade da distância (d) entre dois núcleos vizinhos de átomos do mesmo elemento químico ligados entre si. Em um grupo, o raio atômico tende a aumentar com o aumento do número atômico, ou seja, ele cresce de cima para baixo ao longo de cada coluna da Tabela Periódica. Isso ocorre porque o número de camadas de energia vai aumentando à medida que descemos em um grupo da Tabela Periódica. Quanto maior o número de níveis (ou camadas) de energia, maior será a distância entre esse último nível de energia e o núcleo, aumentando, portanto, o raio atômico. Já nos períodos, o raio atômico tende a aumentar com a diminuição do número atômico, ou seja, ele aumenta da direita para esquerda ao longo das linhas da Tabela Periódica. Isso ocorre porque à medida que aumentamos a quantidade de elétrons na camada de valência (lembre-se que em um mesmo período, todos os elementos tem o mesmo número de camadas de energia), maior será a atração entre o núcleo e a eletrosfera, fazendo que sua distância diminua e, conseqüentemente, diminuindo o raio atômico.

Energia de Ionização: ou potencial de ionização é uma propriedade periódica definida como a energia mínima que deve ser fornecida para que um átomo (ou íon) isolado em fase gasosa perca um elétron $X(g) + \text{energia} \rightarrow X^+(g) + e^-$. A primeira energia de ionização (EI_1) é aquela requerida para remover o primeiro elétron de um átomo isolado em seu estado gasoso. A energia necessária para remover o segundo elétron é chamada segunda energia de ionização (EI_2), e assim por diante, para cada elétron removido. Em um grupo, a energia de ionização tende a diminuir à medida que o raio atômico aumenta (e, conseqüentemente, o número atômico), ou seja, seu valor aumenta de baixo para cima ao longo de cada coluna da Tabela Periódica. Nos períodos, a energia de ionização tende a aumentar com o aumento do número atômico, ou seja, ela aumenta da esquerda para a direita ao longo das linhas da Tabela Periódica.

Afinidade Eletrônica: ou eletroafinidade é o nome dado à energia liberada quando um átomo isolado em seu estado gasoso recebe um elétron. Em uma equação química genérica, ela é assim representada: $X(g) + e^- \rightarrow X^-(g) + \text{energia}$. Em um grupo, a eletroafinidade tende a diminuir à medida que o raio atômico aumenta (e, conseqüentemente,

o número atômico), ou seja, seu valor aumenta de baixo para cima ao longo de cada coluna da Tabela Periódica. Nos períodos, a eletroafinidade tende a aumentar com o aumento do número atômico, ou seja, ela aumenta da esquerda para a direita ao longo das linhas da Tabela Periódica.

Eletronegatividade: é compreendida como a capacidade ou tendência que o átomo de um elemento possui em atrair elétrons da ligação quando combinado com outro átomo. O átomo que atrai esses elétrons com maior intensidade é o mais eletronegativo. Aquele que os atrai com menor intensidade é o menos eletronegativo. Em um grupo, a eletronegatividade tende a diminuir à medida que o raio atômico aumenta (e, conseqüentemente, o número atômico), ou seja, seu valor aumenta de baixo para cima ao longo de cada coluna da Tabela Periódica. Nos períodos, a eletronegatividade tende a aumentar com o aumento do número atômico, ou seja, ela aumenta da esquerda para a direita ao longo das linhas da Tabela Periódica. Os gases nobres não são considerados, pois, devido a sua estabilidade, não tem tendência em ganhar ou perder elétrons.

Eletropositividade: é a tendência que um átomo de um elemento tem de perder elétrons, sendo também compreendido como o caráter metálico de um elemento. Essa propriedade é o inverso da eletronegatividade. Em um grupo, a eletropositividade tende a aumentar à medida que o raio atômico aumenta (e, conseqüentemente, o número atômico), ou seja, seu valor aumenta de cima para baixo ao longo de cada coluna da Tabela Periódica. Nos períodos, a eletropositividade tende a aumentar com a diminuição do número atômico, ou seja, ela aumenta da direita para a esquerda ao longo das linhas da Tabela Periódica. Os gases nobres também não são considerados, pois, devido a sua estabilidade, não tem tendência em ganhar ou perder elétrons.

2 DESCRIÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO

O presente material didático consiste em um conjunto de sete placas contendo informações sobre as propriedades periódicas apresentadas na introdução deste caderno. Na elaboração desses recursos didáticos, foram utilizados os seguintes materiais: sete placas de MDF (do mesmo comprimento da folha A4, 21 x 30 cm); EVA (espuma vinílica acetinada); barbante; cola; folha de acetato; estilete; reglete e punção; meia pérola de tamanhos nº 7 e 9 e pasta com divisórias.

Cinco placas mostram o comportamento das cinco propriedades periódicas na Tabela Periódica, ou seja, como elas aumentam ao longo dos grupos e períodos da referida

tabela. Nesses recursos, há o título (escrito em tinta e em braille) que indica a qual propriedade periódica o material faz referência. Abaixo dele, há o formato de uma tabela periódica feito com EVA e, sobre esta, foram confeccionadas setas com barbante, mostrando a direção na qual a determinada propriedade periódica cresce (aumenta), tanto na horizontal (nos períodos) quanto na vertical (nos grupos).

Lembramos que este recurso didático é apenas um material sintético e facilitador da percepção do comportamento da propriedade periódica na Tabela. Entretanto, para sua real compreensão faz-se necessário a discussão das propriedades com o seu professor.

Além dessas 5 placas, foram confeccionadas outras duas no intuito de facilitar a compreensão do comportamento da propriedade raio atômico ao longo de grupos e períodos da Tabela Periódica. Nesses materiais, o barbante foi colado diretamente no MDF e teve como função representar as camadas (ou níveis) eletrônicas do átomo (considerando o modelo de Rutherford-Bohr). Em cada placa, foram feitos 3 modelos atômicos de Rutherford-Bohr representando três elementos químicos diferentes de grupos ou de períodos consecutivos. A meia pérola de nº 7 (menor) foi usada para simbolizar os elétrons e a meia pérola de nº 9 (maior) foi utilizada para representar os núcleos atômicos de cada modelo, ambas coladas diretamente no MDF. Por fim, assim como nas anteriores, foram adicionados os títulos de identificação da propriedade periódica a qual o material didático fazia referência (raio atômico), escritos tanto em tinta como em braille.

Para representar o comportamento do raio atômico ao longo de um mesmo grupo (ou família) foram escolhidos os modelos atômicos do grupo 1: hidrogênio (H, $Z = 1$), lítio (Li, $Z = 3$) e sódio (Na, $Z = 11$). Todos os três elementos pertencem ao mesmo grupo da Tabela Periódica, logo, para saber qual apresenta maior raio iremos observar quantas camadas ou níveis de energia eles possuem: quanto maior o número de camadas de energia, maior será o raio atômico. O primeiro elemento (H) tem apenas uma única camada, logo, seu modelo apresenta apenas um único círculo de barbante; o segundo elemento (Li) tem duas camadas, logo, seu modelo tem dois círculos feitos com barbante, sendo um maior que o outro; e, por fim, o terceiro e último elemento (Na) tem três camadas, apresentando, portanto, três círculos feitos com barbante. Respeitando-se seus números atômicos (Z), foram colocadas as quantidades certas de elétrons em cada um dos níveis de energia; entretanto, para representar o núcleo utilizou-se apenas uma única meia pérola de diâmetro maior que a representativa dos elétrons.

Para representar o comportamento do raio atômico ao longo de um mesmo período foram escolhidos os modelos atômicos do segundo período: lítio (Li, $Z = 3$), carbono

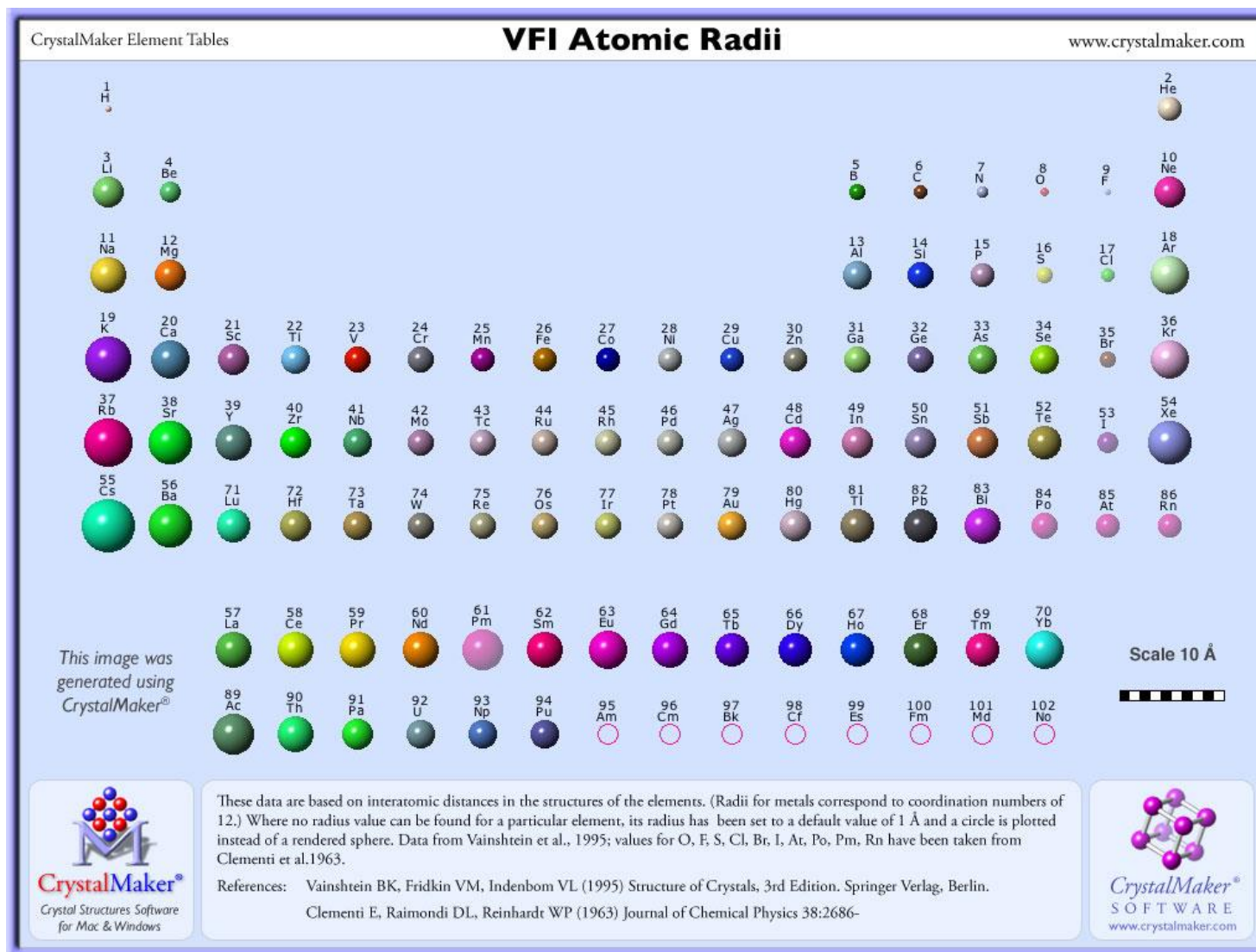
(C, $Z = 6$) e flúor (F, $Z = 9$). Todos os três elementos pertencem ao mesmo período (linha) da Tabela Periódica, logo, para saber qual apresenta maior raio iremos observar quantos elétrons eles possuem na camada de valência: quanto maior o número de elétrons na camada de valência, maior a atração eletrosfera-núcleo e, conseqüentemente, menor será o raio atômico. O primeiro elemento (Li) tem apenas um único elétron na camada de valência, logo, seu modelo apresenta um raio atômico maior, pois terá a menor atração eletrosfera-núcleo; o segundo elemento (C) tem quatro elétrons na camada de valência, apresentando, portanto, uma atração eletrosfera-núcleo mais forte do que no Li e, conseqüentemente, um raio atômico menor; e, por fim, o terceiro e último elemento (F) tem sete elétrons na camada de valência, apresentando, portanto, dentre os modelos apresentados, o que apresenta maior atração eletrosfera-núcleo e, conseqüentemente, o menor raio atômico dentre os 3 modelos.

Por fim, junto às placas das propriedades periódicas há outro material formado por dois ímãs de diferentes intensidades magnéticas (e tamanhos próximos) e esferas metálicas que devem ser usados para facilitar a compreensão da propriedade energia ou potencial de ionização. As esferas metálicas representam elétrons da camada de valência (camada mais externa) e os dois ímãs representam núcleos atômicos diferentes. O ímã de maior intensidade magnética representa o núcleo atômico que apresenta uma maior carga nuclear efetiva sobre o elétron (esfera metálica), motivo pelo qual eu preciso colocar mais força para remover a esfera, ou seja, preciso gastar mais energia para remover a esfera (o elétron). Essa é a analogia que o recurso didático aborda: quanto mais forte é o ímã (maior a carga nuclear efetiva) mais força (energia) eu preciso colocar para remover a esfera metálica (o elétron).

REFERÊNCIA

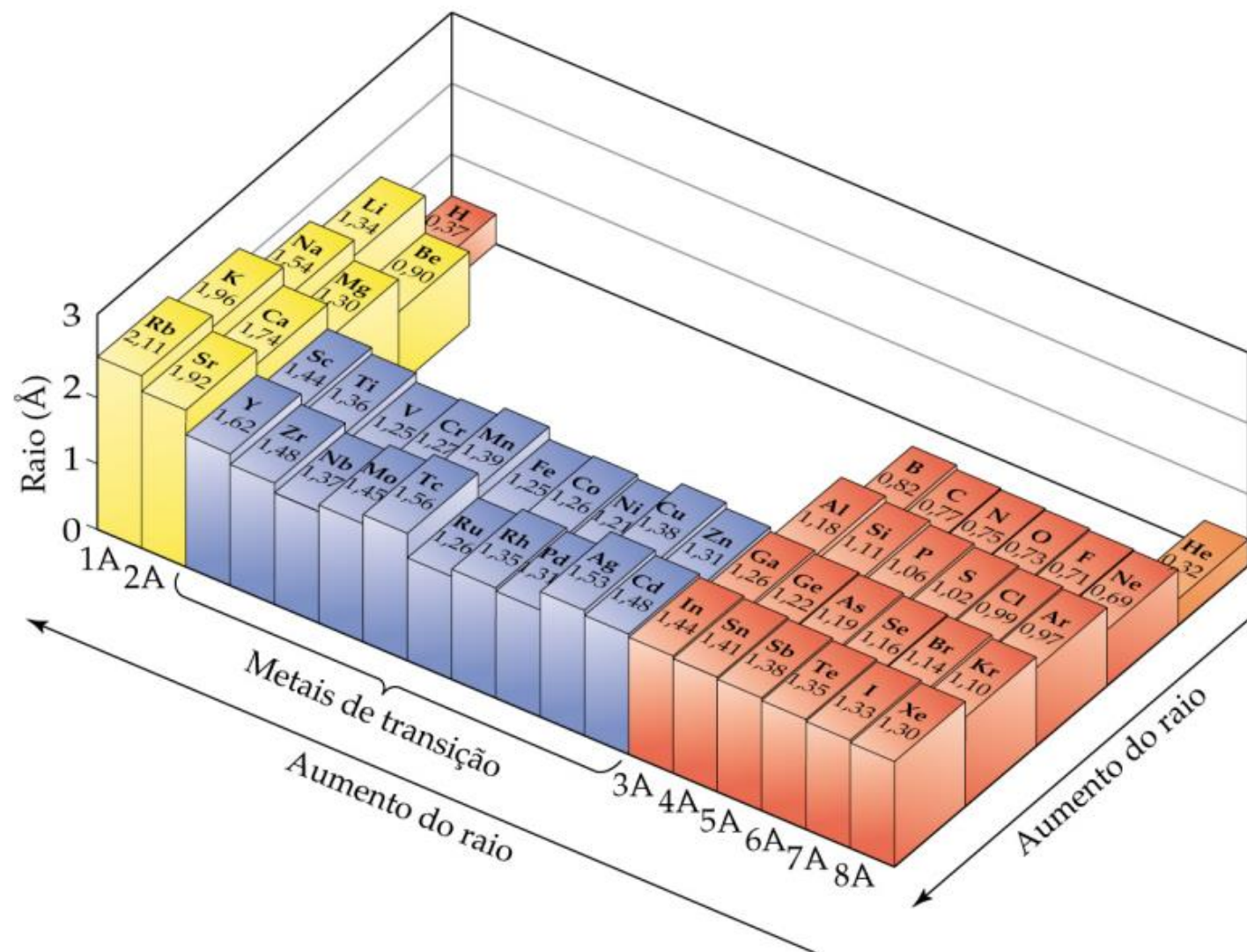
ANTUNES, M. T. *Química: Ser Protagonista*. 2. ed. São Paulo (SP): Edições SM LTDA, 2013. v. 1.

ANEXO A – TABELA DE RAIOS ATÔMICOS DOS ELEMENTOS QUÍMICOS GERADA PELO SOFTWARE CrystalMaker®



Fonte: Disponível em: <http://www.crystallmaker.com/support/tutorials/atomic-radii/resources/VFI_Atomic_Radii.jpg>. Acesso em: 03 set. 2019.

ANEXO B – VALORES DE RAIOS ATÔMICOS DOS ELEMENTOS QUÍMICOS NA TABELA PERIÓDICA



Fonte: BROWN *et al.*, 2005, p. 22.