

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

PEDRO SOARES VASCONCELLOS

**A CONSTRUÇÃO DE UMA TABELA PERIÓDICA ACESSÍVEL AOS
ESTUDANTES DALTÔNICOS**

Porto Alegre

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

PEDRO SOARES VASCONCELLOS

**A CONSTRUÇÃO DE UMA TABELA PERIÓDICA ACESSÍVEL AOS
ESTUDANTES DALTÔNICOS**

Trabalho de conclusão apresentado junto à atividade de ensino “Trabalho de Conclusão de Curso da Licenciatura em Química” do Curso de Licenciatura em Química, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Química

Prof. Dr. Maurícius Selvero Pazinato
Orientador

Porto Alegre
2022

CIP - Catalogação na Publicação

Vasconcellos, Pedro Soares

A construção de uma Tabela Periódica Acessível aos
estudantes daltônicos / Pedro Soares Vasconcellos. --
2022.

68 f.

Orientador: Maurícius Selvero Pazinato.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto
de Química, Licenciatura em Química, Porto Alegre,
BR-RS, 2022.

1. Daltonismo. 2. Tabela Periódica Acessível. 3.
Educação Inclusiva. 4. Ensino de Química. I. Pazinato,
Maurícius Selvero, orient. II. Título.

PEDRO SOARES VASCONCELLOS

**A CONSTRUÇÃO DE UMA TABELA PERIÓDICA ACESSÍVEL AOS
ESTUDANTES DALTÔNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso

Aprovado pela banca examinadora em 03 de outubro de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Maurícus Selvero Pazinato
Orientador

Prof. Dr. Marcelo Leandro Eichler
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Carlos Ventura Fonseca
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO

Entende-se que a educação inclusiva é fundamental para o ensino de qualidade, no entanto, percebe-se que alguns sujeitos não costumam ser foco dos estudos nessa área, surgindo a necessidade de que eles recebam destaque na literatura científica. É o caso dos daltônicos, que compõem parte expressiva da população brasileira e precisam receber as ferramentas apropriadas para que progridam com igualdade no ambiente escolar/acadêmico. Assim, este trabalho surge com a intenção de dar visibilidade aos portadores de discromatopsia no âmbito da Educação em Química, tendo como objetivo central a elaboração de uma Tabela Periódica Acessível aos estudantes daltônicos. Buscou-se, ainda: 1) verificar as dificuldades enfrentadas por sujeitos com daltonismo, bem como sugestões para o ensino inclusivo da Química; 2) validar o produto educacional construído a partir da avaliação pelos sujeitos da pesquisa; 3) contribuir para a literatura científica através do levantamento de resultados relevantes. Foi realizada, através de um questionário virtual, uma sondagem das principais dificuldades dos sujeitos daltônicos quanto ao estudo da Química, bem como de suas sugestões, para que o produto educacional fosse definido. Desta etapa emergiu a Tabela Periódica Acessível aos Daltônicos, que foi construída com base em princípios de acessibilidade cromática, os quais nortearam todas as decisões tomadas. Por fim, o produto foi avaliado quanto a sua qualidade e aplicabilidade pelos próprios sujeitos da pesquisa. Percebeu-se que os daltônicos apresentam especial dificuldade com atividades experimentais e que exigem a interpretação de gráficos e tabelas que usam a cor como método de comunicação, fato que dá relevância ao material produzido. A usabilidade da tabela foi comprovada através da avaliação feita pelos sujeitos, apesar de, ainda, apresentar aspectos que podem ser otimizados. Destacam-se, sobretudo, os comentários positivos recebidos a respeito da utilidade do produto, o qual foi capaz de cumprir com os objetivos inicialmente estabelecidos.

Palavras-chave: daltonismo, tabela periódica acessível, educação inclusiva, ensino de Química.

ABSTRACT

It is considered that inclusive education is essential for quality teaching, however, it is clear that some subjects are not usually the focus of studies in this area, resulting in the need for them to be highlighted in the scientific literature. This is the case of colorblind people, who make up a significant part of the Brazilian population and need to receive the appropriate tools so that they can progress with equality in the school/academic environment. Thus, this work arises with the intention of giving visibility to colorblind people in the context of Chemical Education, with the central objective of creating an Accessible Periodic Table to colorblind students. Also sought to: 1) verify the difficulties faced by subjects with colorblindness, as well as suggestions for the inclusive teaching of Chemistry; 2) validate the educational product built from the evaluation by the research subjects; 3) contribute to the scientific literature by collecting relevant results. Through a virtual questionnaire, a survey of the main difficulties of colorblind subjects regarding the study of Chemistry was carried out, as well as their suggestions, so that the educational product could be defined. From this stage emerged the Accessible Periodic Table to Colorblind People, which was built based on principles of chromatic accessibility, which guided all decisions taken. Finally, the product was evaluated for its quality and applicability by the research subjects themselves. It was noticed that colorblind people have special difficulties with experimental activities and that require the interpretation of graphs and tables that use color as a method of communication, a fact that gives relevance to the material produced. The usability of the table was proven through the evaluation made by the subjects, although it still presents aspects that can be optimized. Above all, the positive comments received regarding the usefulness of the product stand out, as it was able to fulfill the objectives initially established.

Keywords: color blindness, accessible periodic table, inclusive education, Chemistry education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Teste de Ishihara	18
Figura 2 - Tabela Periódica	23
Figura 3 - Fundamento do Sistema <i>ColorADD</i>	24
Figura 4 - Sistema <i>ColorADD</i>	24
Figura 5 - Teste de compatibilidade feito com as cores iniciais	25
Figura 6 - Teste de compatibilidade com a expansão do azul	26
Figura 7 - Teste de compatibilidade com a expansão do vermelho	27
Figura 8 - Resultado obtido para as cores Amarelo e Vermelho quanto ao contraste	28
Figura 9 - Célula do Lítio	30
Figura 10 - Respostas obtidas para a questão "qual a sua idade?"	37
Figura 11 - Conteúdo em que o daltonismo mais causa dificuldades	38
Figura 12 - Tabela Periódica acessível	43
Figura 13 - Tabela Periódica acessível para o estudo das propriedades	45
Figura 14 - Tabela Periódica acessível para o estudo das densidades	46
Figura 15 - Avaliações obtidas para a clareza das informações	49
Figura 16 - Avaliações obtidas para o contraste.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Paleta de cores obtida após os testes.....	27
Quadro 2 - Relação de cores com bom contraste	28
Quadro 3 - Relação da cor com a classificação dos elementos	31
Quadro 4 - Paleta de cores reduzida.....	33
Quadro 5 - Ordem de crescimento da grandeza das propriedades pelas cores	34
Quadro 6 - Atividades em que o daltonismo mais causa dificuldades	38
Quadro 7 - Sugestões para superar as dificuldades causadas pelo daltonismo	40
Quadro 8 - Quantidade de acertos por questão	47
Quadro 9 - Comentários a respeito da clareza das informações	49
Quadro 10 - Comentários a respeito da qualidade do contraste.....	50
Quadro 11 - Respostas para a questão 5 sobre a utilidade das tabelas.....	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo geral	11
2.2 Objetivos específicos.....	11
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3.1 Educação inclusiva.....	12
3.2 Ensino da Tabela Periódica e as concepções dos estudantes.....	14
3.3 Daltonismo	17
3.4 Dificuldades apresentadas por sujeitos daltônicos.....	19
4 METODOLOGIA	21
4.1 Classificação da pesquisa	21
4.2 Levantamento de dados	21
4.3 Elaboração do produto educacional.....	22
4.3.1 Construção de uma paleta de cores acessível	25
4.3.2 Adaptação da representação clássica.....	28
4.3.2 Representações alternativas para o estudo das propriedades periódicas	31
4.4 Avaliação da Tabela Periódica acessível.....	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
5.1 Sondagem dos sujeitos	36
5.1.1 Perfil dos sujeitos investigados	36
5.1.2 Principais dificuldades dos daltônicos no estudo da Química.....	37
5.1.3 Sugestões para o enfrentamento das dificuldades	40
5.2 A Tabela Periódica Acessível aos Daltônicos	41
5.3 Avaliação da Tabela Periódica acessível.....	47
5.2.1 Manipulação das tabelas pelos sujeitos	47

5.2.2 Avaliação das tabelas pelos sujeitos	48
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	55
APÊNDICE A - Questionário aplicado durante o levantamento de dados.	59
APÊNDICE B - Questionário aplicado durante a avaliação da Tabela Periódica.....	61
APÊNDICE C - <i>Website</i> construído para a avaliação da Tabela Periódica.	65

1 INTRODUÇÃO

A visão é um sentido complexo que permite aos indivíduos a visualização do mundo, podendo ser compreendida como um conjunto de fenômenos que ocorrem no sistema ocular. Esses, porém, se dão de diferentes maneiras em cada indivíduo, uma vez que podem apresentar falhas em seus processos. A essas falhas, dá-se o nome de deficiências visuais, as quais modificam as imagens formadas e, por consequência, as maneiras com que o mundo é percebido pelos diferentes sujeitos (FARINA; PEREZ; BASTOS, 2006).

Dentre as deficiências conhecidas, destaca-se a discromatopsia, congênita ou adquirida, geralmente apelidada por daltonismo. Trata-se de uma alteração que afeta células da retina chamadas de cones. A anomalia, que atinge cerca de 8,35 milhões de brasileiros, interfere na percepção das cores e dos tons, reduzindo o espectro de colorações percebidas em relação a um indivíduo com visão normal. A deficiência pode, no entanto, se manifestar de diferentes formas: protanopia, protanomalia, deuteranopia, deuteranomalia, tritanopia e tritanomalia. As classificações fazem referência aos cones defeituosos e ao grau em que o defeito se manifesta, que pode ser parcial ou completo (MOURA, 2019; BRUNI; CRUZ, 2006; ISHIHARA, 1972). Por consequência, as denominações representam, ainda, as cores cujo o indivíduo é incapaz de identificar corretamente, mais comumente o vermelho e o verde.

Sendo assim, uma inferência lógica seria perceber que o daltonismo se torna uma barreira para que os seus portadores realizem tarefas simples como escolher a roupa que irão vestir, ou pintar um desenho. Além disso, é importante perceber que boa parte da comunicação se dá a partir de cores, o que ocorre, por exemplo, em sinalizações de trânsito ou em legendas de um gráfico. Tal fato implica a necessidade bastante frequente de que indivíduos daltônicos recebam auxílio para o cumprimento de diversas atividades, ou então, que criem métodos próprios para superar tais dificuldades (MELO; GALON; FONTANELLA, 2014). Ampliando, porém, o escopo de afazeres e analisando a rotina comum de um sujeito em idade escolar, percebe-se que a dificuldade o pode acompanhar durante os estudos, na leitura de um livro didático, na diferenciação de zonas em um mapa ou na interpretação de uma reação química que evidencia a sua ocorrência pela mudança de coloração em uma atividade

experimental. Ou seja, sem o devido apoio, a aprendizagem de um estudante daltônico pode ser prejudicada.

Nesse contexto, o estudante daltônico precisa receber ferramentas que possibilitem sua correta apropriação dos materiais e das ações realizadas em sala de aula. Fato que se torna ainda mais relevante ao tratarmos de uma disciplina como a Química, que se apresenta de maneira bastante visual e possui ampla lista de conteúdos que exploram as cores. Por isso, discutir, estudar e propor maneiras de ensinar a Química para estudantes daltônicos, sem que se ignore seus aspectos visuais, é um desafio que precisa ser compartilhado.

Ainda, faz-se necessário compreender a inclusão enquanto ferramenta de formação sem barreiras, permitindo o surgimento de gerações capazes de conviver distante dos preconceitos e construindo uma educação que contemple a individualidade dos sujeitos (MANTOAN, 2003). Ademais, ressalta-se a pouca frequência com que o assunto é tratado na literatura científica, visto que durante a elaboração do trabalho não foram encontradas — através das buscas realizadas nos mais diversos periódicos, auxiliadas pela ferramenta *Google Acadêmico* — propostas, nem materiais didáticos, para o ensino de Química ao público em questão. Fato que justifica o presente trabalho enquanto ferramenta de inovação e contribuição ao meio acadêmico.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho surge da intenção de dar visibilidade aos portadores de discromatopsia no âmbito da Educação em Química. Assim, buscou-se elaborar um produto educacional inclusivo que possibilite a superação de barreiras relacionadas à aprendizagem e à utilização da Tabela Periódica, ferramenta essencial para o estudo dessa ciência.

2.2 Objetivos específicos

Assume-se como objetivos específicos do presente trabalho:

- 1) Verificar as dificuldades enfrentadas durante o Ensino Médio pelos sujeitos com daltonismo, bem como suas sugestões de alternativas inclusivas para o ensino da Química.
- 2) Validar o produto educacional construído a partir da avaliação de sua aplicabilidade.
- 3) Levantar resultados que sejam capazes de contribuir para a literatura científica a respeito do tema.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados conceitos a respeito da educação inclusiva e da discromatopsia, bem como as dificuldades enfrentadas por sujeitos com a deficiência. Além disso, trata-se da tabela periódica, dando atenção especial à relevância do seu estudo, às estratégias de ensino e às concepções que os estudantes apresentam sobre ela.

3.1 Educação inclusiva

O ambiente escolar é rico em diversidade e individualidades. Cada estudante é dotado de suas próprias concepções, de suas próprias experiências e de características únicas. Essas diferenças fazem surgir diversas verdades e existências, às quais precisam ser compreendidas pela educação (TESSELER, 2020). Frente a essa realidade, reconhece-se a necessidade de que o professor seja capaz de dialogar de maneira efetiva com todos os sujeitos. É, justamente, considerando esse cenário que Mantoan (2011) afirma a exigência de que as escolas sejam capazes de contribuir para o desenvolvimento de todos, sem desvalorizar e/ou discriminar o diferente, movimento esse que a própria instituição acaba por reproduzir na tentativa de tratar a todos como iguais.

Dito isso, podemos compreender o objetivo da inclusão que:

Na visão educacional tem ou deve ter o direcionamento à diversidade cujo foco principal é não fazer notar as diferenças, mas salientar as capacidades e fazer a descoberta de pequenas disfunções e/ou deficiências que podem atrapalhar a dinamicidade da criança no seu aprendizado (CALHAVA, 2020, p. 21).

Ou seja, para que a educação seja, de fato inclusiva, a escola — que deve ser assumida como toda a comunidade por ela envolvida, incluindo diretores, professores, estudantes e familiares — precisa ser capaz de identificar o diferente, acolhê-lo e municiá-lo com ferramentas que permitam a superação das dificuldades enfrentadas por ele. Assim, apresenta-se uma educação que se constrói em conjunto, valorizando as relações interpessoais e a dialógica, o que, para Freire (2019), só é possível

quando se educa com amor, pois, quando consideramos o diferente um sujeito inferior, o diálogo permanece fora de cogitação.

Soma-se ao que foi exposto, a existência de diversas leis nacionais que determinam aspectos da educação especial em nosso país. No entanto, isso não significa necessariamente que a educação inclusiva no Brasil ocorra de forma satisfatória, visto que, como determinado pelo Ministério da Educação, ela deve estar presente em todos níveis e modalidades de ensino, permitindo que o estudante com deficiência tenha condições de acessar os saberes de forma plena (BRASIL, 2009). Condição que não se concretiza em boa parte das instituições de ensino estabelecidas no território nacional (MANTOAN, 2011).

Ademais, a constituição federal (BRASIL, 1988) aponta para o direito de acesso universal à educação e de igualdade de condições para a permanência dos estudantes na escola, sendo o dever do estado efetivado apenas quando o educando estiver recebendo o devido apoio, em qualquer que seja o seu nível de escolaridade ao longo da educação básica. Sendo assim, ressalta-se a necessidade de que a educação inclusiva seja ofertada de forma coerente e de que a comunidade escolar, em especial os profissionais envolvidos, seja capaz de agir em consonância com seus princípios.

Quanto ao ensino de Química, é válido considerar o que afirmam Mól e Dutra (2020) ao destacarem o conhecimento científico como uma ferramenta para o melhor entendimento do mundo, fato que amplifica a necessidade de que se permita o acesso universal aos seus conceitos. Nesse sentido, os autores discorrem, ainda, a respeito da importância de que se produza recursos didáticos acessíveis, permitindo que qualquer estudante seja capaz de compreender as informações corretamente. Portanto, a educação inclusiva dialoga diretamente com o decreto nº 5.296/04 — que discorre a respeito da promoção da acessibilidade —, à medida que busca superar entraves durante o acesso à informação (BRASIL, 2004; MELO; PEROVANO; RIMOLO, 2020).

Dessa forma, sabendo que a acessibilidade plena ocorre quando se dá autonomia para que o estudante com deficiência se aproprie da informação (BRASIL, 2004), torna-se indispensável que os recursos didáticos contribuam para a formação de todos os estudantes, permitindo que as diferentes formas de acessar os conteúdos contidos nesses materiais sejam contempladas. Assim, a construção e/ou adaptação

desses recursos, surge como aspecto fundamental do processo de inclusão (MELO; PEROVANO; RIMOLO, 2020; MÓL; DUTRA, 2020).

No contexto descrito, podemos, ainda, restringir nossa análise aos estudantes com daltonismo, foco do trabalho que foi desenvolvido. Sobre eles, recai a limitação que os difere da maioria dita “normal”: perceber as cores de forma distinta. Ou seja, esses surgem como sujeitos que precisam de um suporte específico, seja ele um apoio durante a realização de atividades práticas ou a disponibilidade de um material didático acessível, que possibilite o acesso sem barreiras aos saberes. Pois,

Ainda que a inclusão não seja um meio efetivo e seguro de sucesso para as pessoas com necessidades específicas ou disfunções é dever social da instituição escolar constituir-se num espaço que legitime a possibilidade de termos diferentes formas de “ver” (SILVEIRA, 2020, p. 56).

Sendo assim, executar ações que possibilitem ao estudante daltônico o acesso igualitário às informações, o atendimento às suas necessidades específicas, bem como a garantia da disponibilidade de recursos especiais se torna uma obrigação das escolas (BRASIL, 2001). Dessa maneira, constrói-se um ambiente onde os preconceitos podem ser combatidos, a empatia cultivada e as diferenças físicas, culturais e/ou cognitivas deixem de ser expostas como razões para o desprezo direcionado ao diferente e sejam incorporadas às práticas escolares (CANEN; MOREIRA, 1999).

3.2 Ensino da Tabela Periódica e as concepções dos estudantes

A partir de estudos empíricos, a Tabela Periódica foi construída e, ao longo do tempo, aprimorada. Através dela, tornou-se possível ordenar e classificar os diferentes elementos, fato que transformou a Tabela Periódica na mais clara expressão da Lei Periódica. Dessa maneira, essa ferramenta se torna extremamente importante para o estudo da Química, uma vez que traz, em seu conteúdo, informações que são pressupostos para o estudo dessa ciência (MELO FILHO; FARIA, 1990; TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997; VIANNA; CICUTO; PAZINATO, 2019).

A evolução supracitada se inicia com a publicação da primeira tabela, cuja autoria pertence a Mendeleev¹, que organizou os elementos de acordo com as suas massas atômicas — organização que já foi modificada e, hoje, se dá através do número atômico —, verificando a periodicidade de suas propriedades, fato que o possibilitou prever a existência de elementos não identificados até aquele momento. Posteriormente, com o avanço científico e a compreensão mais profunda a respeito dos átomos, surgiram diversas representações, as quais são frutos de discussões que buscam a melhor forma de ordenar os elementos a medida em que tentam responder questões como: onde o hidrogênio deve ser posicionado? O hélio não poderia ser incluído no grupo dos alcalinos terrosos? Uma representação tridimensional não seria mais eficiente? (MEHLECKE et al., 2012; LABARCA; BEJARANO; EICHLER, 2013).

Independente da representação mais aceita, deve-se considerar o que afirma Leach (2021), que ao tratar, em uma metáfora, a Química como uma árvore, descreve as raízes como as ciências sobre as quais essa se debruça e a Tabela Periódica como a base do tronco a partir da qual a Química se desenvolve. Dessa forma, clarifica-se a necessidade de que se compreenda a Tabela Periódica e as informações que a mesma retém, já que a incompreensão dos conceitos abordados poderá dificultar o estudo dos conteúdos posteriores. Portanto, todos os estudantes devem ter condições de acessar, interpretar e utilizar a tabela ao longo de sua jornada pelo Ensino Médio, assumindo-a como um material de consulta recorrente.

Nesse contexto, destaca-se a importância do ensino da Tabela Periódica, bem como de seu entendimento por parte dos estudantes. Quanto ao primeiro ponto, a literatura é bastante diversificada, há uma ampla variedade de trabalhos, artigos e teses que apresentam estratégias para o ensino da Tabela Periódica, com o predomínio de propostas sobre a utilização de jogos didáticos (FERREIRA; CORREA; DUTRA, 2016). Além dessa, outras estratégias também se apresentam como alternativas, a exemplo da abordagem a partir de uma perspectiva histórica, da utilização de *softwares* digitais, ou, simplesmente da utilização dos livros didáticos

¹ Apesar de ser creditado como o autor da primeira Tabela Periódica publicada (no ano de 1869), Mendeleev não foi o primeiro a tentar organizar os elementos. Outros cientistas, como Lavoisier, Döbereiner, Chancourtois e Meyer, já haviam produzido estudos a respeito em anos anteriores. No entanto, é o trabalho de Mendeleev que ganha destaque, ao ordenar os 63 elementos até então conhecidos, fato que revolucionou uma área de estudo que se desenvolvia há mais de uma década (MELO FILHO; FARIA, 1990; MEHLECKE et al., 2012).

(CÉSAR; REIS; ALIANE, 2015; FERREIRA; CORREA; DUTRA, 2016). Ainda assim, o que se percebe é que o assunto tem sido tratado de maneira simplista dentro das escolas, abordando a Tabela Periódica como um produto definitivo e ignorando todos os aspectos históricos de sua construção, podendo favorecer o surgimento de equívocos na compreensão dos estudantes (MEHLECKE et al., 2012).

Ademais, ocorre que o ensino da Tabela Periódica permanece atrelado ao aprendizado via memorização, valorizando nomenclaturas e representações que distanciam os estudantes da aprendizagem efetiva (ROMANO et al., 2017; CÉSAR; REIS; ALIANE, 2015). Assim, quanto ao segundo ponto, pode-se inferir que há grande deficiência referente à aprendizagem do conteúdo, direcionando-a ao que Ausubel (2000) denomina por aprendizagem mecânica, a qual ocorre quando um novo conceito é absorvido sem se fundamentar nos saberes já presentes na mente do estudante.

Por consequência, uma vez que a Tabela Periódica esteja comumente relacionada à memorização, é de se esperar que as concepções formadas pelos estudantes ao longo do estudo deste conteúdo apresentem deficiências. Nesse sentido, Viana, Cicuto e Pazinato (2019) apontam para o fato de que a aprendizagem mecânica faz com que o estudante, comumente, esqueça os conceitos estudados após participar de algum tipo de atividade avaliativa. Os autores ainda relatam que, em sua pesquisa feita com estudantes das três séries do Ensino Médio, problemas como: incompreensão a respeito da construção da Tabela Periódica, dificuldade para relacionar os elementos com suas aplicações e dificuldade para extrair as informações tabeladas são bastante recorrentes.

Tem-se, então, um cenário onde a Tabela Periódica é tratada de tal forma que o desenvolvimento do educando é prejudicado, em especial por, geralmente, apresenta-la de maneira direta e descritiva, desconsiderando os relevantes aspectos que dizem respeito à sua evolução através do tempo (TRASSI et al., 2001; EICHLER; DEL PINO, 2000). Assim, o maior desafio para os professores é o de tornar o estudo da Tabela Periódica mais significativo, permitindo que os estudantes sejam capazes de refletir a respeito da maneira com que a ciência compreende a realidade, além de relacionar o conteúdo com outros assuntos (TRASSI et al., 2001).

Para tanto, deve-se considerar, também, a realidade do estudante com deficiência, pois é preciso que os recursos didáticos utilizados sejam acessíveis às

diferentes formas de apropriação presentes em uma sala de aula, assim como as estratégias utilizadas. Porque, “se nossa intenção é trabalhar em favor da educação inclusiva, nossas concepções de aprendizagem e de ensino devem ser revisadas” (MACHADO, 2011, p. 69).

3.3 Daltonismo

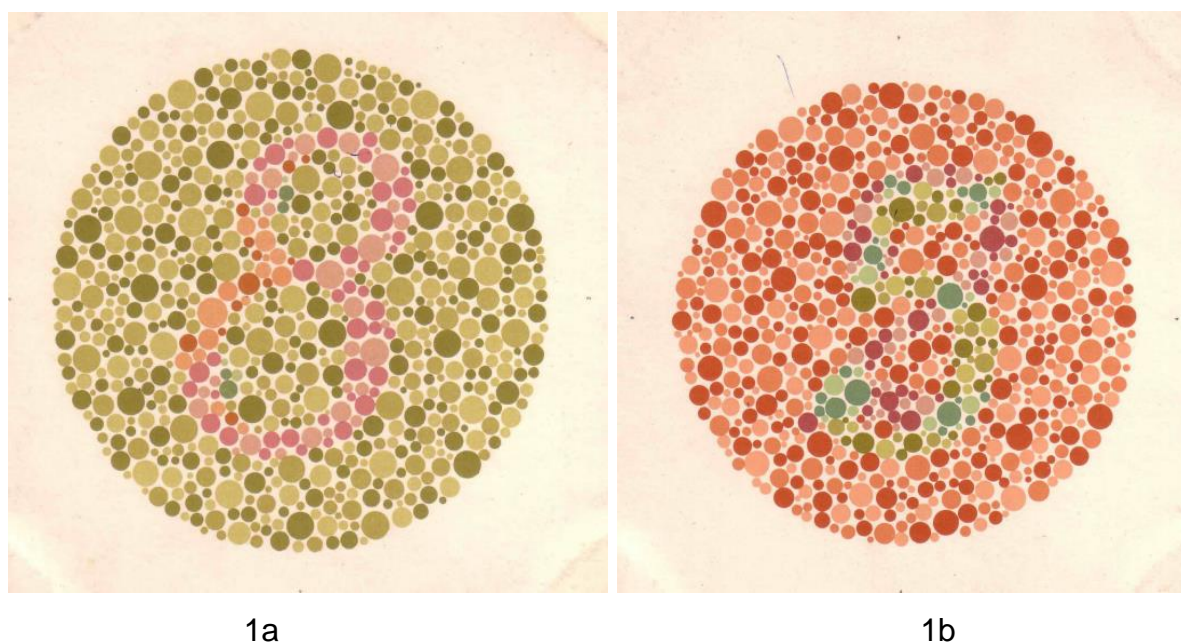
O daltonismo, nome popular dado à discromatopsia, representa qualquer tipo de defeito quanto à percepção das cores (MORIJO; MARCELINO; MANSANO, 2017), trata-se de uma anomalia genética que, geralmente, é hereditária. Existem, também, casos menos comuns em que a deficiência é adquirida ao longo da vida por conta de algum dano sofrido. A percepção das cores acontece a partir de um fenômeno no qual três pigmentos de cores se combinam: azul, verde e vermelho. Nesse processo estão envolvidas células chamadas de cones, as quais possuem os pigmentos citados e estão presentes na retina humana. Os cones são receptores de fótons que atuam como sensores, recebendo a luz e diferenciando as cores, transformando a luminosidade em sinais nervosos que serão interpretados pelo cérebro. Quando ocorre falha nesse processo, a diferenciação das cores é prejudicada (SCHNEID, 2020).

O diagnóstico, como apontam Melo, Galon e Fontanella (2014), apesar de simples, é geralmente feito em idade escolar e de maneira informal, por professores e/ou responsáveis. Desta forma, a identificação da deficiência costuma ser tardia, indicando pouca compreensão a respeito do assunto na sociedade como um todo, o que pode dificultar a adaptação dos indivíduos daltônicos, já que, provavelmente, enfrentarão diversas situações sem receber o apoio necessário e, até mesmo, sem saber que possuem discromatopsia. No entanto, para que esta problemática tenha seus efeitos reduzidos, uma pessoa diagnosticada com daltonismo, ainda que de forma informal, poderá realizar exames mais profundos, com o apoio profissional, a fim de compreender corretamente o seu tipo de daltonismo e buscar alternativas, como, por exemplo, os óculos para daltônicos, que auxiliam na diferenciação das cores.

Como possibilidades para o diagnóstico formal, os profissionais responsáveis pela saúde ocular podem optar por diversas ferramentas, sendo a mais comum o teste

de Ishihara (Figura 1), através do qual se apresenta uma série de placas coloridas projetadas para um diagnóstico rápido e preciso da deficiência e de suas variações (ISHIHARA, 1972). Geralmente, as placas possuem números, mas, também podem ser produzidas com linhas ou desenhos simples, os quais devem ser identificados pelo paciente. Quando a identificação correta não for possível, têm-se o diagnóstico de daltonismo.

Figura 1 - Teste de Ishihara



Fonte: ISHIHARA, 1972.

A Figura 1 apresenta duas placas do teste de Ishihara. Na primeira (1a), uma pessoa com visão normal deve ser capaz de enxergar o número oito centralizado, enquanto que uma pessoa com deficiência para as cores vermelho ou verde deve enxergar o número três. Na segunda (1b), o número que deve ser enxergado por uma pessoa de visão normal é o cinco, enquanto que um indivíduo com deficiência para as cores vermelho ou verde deve enxergar o número dois. Em ambos os casos, a deficiência pode fazer com que o sujeito não seja capaz de enxergar número algum, especialmente quando o daltonismo se manifesta de forma mais intensa (ISHIHARA, 1972).

A partir do diagnóstico completo e formal, o daltonismo pode ser especificado dentre os seus possíveis desdobramentos (BRUNI; CRUZ, 2006; ISHIHARA, 1972):

- Protanopia: ausência dos cones sensíveis ao vermelho.

- Protanomalia: deficiência parcial nos cones sensíveis ao vermelho.
- Deuteranopia: ausência dos cones sensíveis ao verde.
- Deuteranomalia: deficiência parcial nos cones sensíveis ao verde.
- Tritanopia: ausência dos cones sensíveis ao azul.
- Tritanomalia: deficiência parcial nos cones sensíveis ao azul.

Ainda, considerando os números apontados por Moura (2019), um em cada 12 homens são daltônicos ao redor do globo, enquanto que para as mulheres a prevalência é menor: uma em cada 200 possuem daltonismo. Em termos percentuais, 8% dos homens e 0,5% das mulheres no mundo são daltônicos. Quando restringimos nossa visão ao território nacional, estima-se que 8,35 milhões dos indivíduos sejam portadores de daltonismo. Tendo em vista a significativa presença de indivíduos daltônicos, ressalta-se a necessidade de se construir ferramentas acessíveis para o estudo da Química.

3.4 Dificuldades apresentadas por sujeitos daltônicos

Para que os objetivos do trabalho fossem alcançados, foi preciso considerar quais são os obstáculos realmente presentes no cotidiano dos sujeitos com esta deficiência. Somente a partir desta compreensão, ferramentas úteis podem ser construídas. Têm-se, na literatura, algumas pesquisas como as de Moura (2019) e Melo, Galon e Fontanella (2014) que realizaram o levantamento destas dificuldades. Dentre elas, destacam-se as mais comuns como: identificar a cor de roupas, interpretar gráficos, infográficos e tabelas que utilizem as cores como princípio de comunicação e identificar sinais de trânsito; além de questões mais específicas do ambiente escolar: aprendizado das cores durante a educação infantil, leitura do giz sobre a lousa, diferenciação das cores em legendas e reconhecimento das cores durante reações químicas em laboratório.

Além disso, alguns sujeitos declaram ter enfrentado problemas com professores que descontavam nota em atividades devido ao erro na identificação e/ou utilização das cores, bem como com a discriminação e a zombaria produzida por seus colegas (MELO; GALON; FONTANELLA, 2014). Situações que podem ser caracterizadas como processos de exclusão, em que a deficiência se torna motivo para desvalorização e ridicularização do indivíduo considerado diferente. Nesses

processos, verifica-se a influência do daltonismo sobre questões de grande relevância para o desenvolvimento pessoal, pois, as dificuldades apresentadas pelos estudantes com esta deficiência não apenas impedem a apropriação de conceitos a ele inacessíveis, bem como constroem contextos constrangedores que em nada fazem alusão à educação inclusiva. Fato que pode tornar algumas das vítimas da exclusão propensas a problemas sociais recorrentes dos traumas gerados (MOURA, 2019).

Melo, Galon e Fontanella (2014), em sua pesquisa, apontam ainda para a necessidade encontrada pelos sujeitos com daltonismo de buscarem formas de superar suas dificuldades. Nesse movimento, preenchido de tropeços e desafios, o sujeito se constrói, posicionando-se em uma sociedade que, por vezes, o força a se esconder, encuba temores e fortalece a tendência do indivíduo a desacreditar de si (TESSELER, 2020). Por isso, ressalta-se a importância do suporte de amigos e familiares para que atividades dentro e fora da escola possam ser concluídas de forma satisfatória por estes indivíduos, do se fazer o daltonismo conhecido e do surgimento de alternativas para que pessoas com discromatopsia atuem com maior autonomia (MELO; GALON; FONTANELLA, 2014; TESSELER, 2020). Nesse sentido, mais uma vez, evidencia-se a relevância da construção de materiais didáticos acessíveis, bem como do preparo docente e da comunidade escolar para a educação inclusiva.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo traz-se a classificação da pesquisa, bem como a descrição dos procedimentos metodológicos que foram utilizados para o desenvolvimento do trabalho, o qual foi dividido em três etapas: i) levantamento de dados; ii) elaboração do produto educacional e iii) avaliação do produto final, de acordo com o que se descreve a seguir.

4.1 Classificação da pesquisa

Com o intuito de alcançar os objetivos anteriormente apresentados, o trabalho se desenvolveu de maneira qualitativa. Assim, considera-se a totalidade do sujeito investigado, buscando aprofundar-se em questões que não se pode reduzir a números ou equações (MINAYO, 2002). Ademais, destaca-se o envolvimento direto e emocional do autor com o assunto abordado, característica aceita apenas por essa categoria de pesquisa (GÜNTHER, 2006).

Quanto aos procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento do trabalho, caracteriza-se cada uma das etapas de forma individual: o levantamento de dados ocorreu através de uma pesquisa exploratória, na qual o objetivo principal foi o aprimoramento das intenções — como e qual material produzir — através do contato direto com os sujeitos de interesse; a elaboração do produto educacional se deu por meio de uma pesquisa aplicada e descritiva, em que se buscou, a partir da compreensão das características da população abordada, estabelecer relações entre os aspectos investigados com a construção do produto final (GIL, 2002).

4.2 Levantamento de dados

O processo de levantamento de dados tem como objetivo reunir informações a respeito de um grupo específico de indivíduos, o que permite avaliar tendências que descrevem os aspectos de interesse dessa população. Para tanto, considerou-se que a fração dos indivíduos investigados carrega características comuns a toda a comunidade da qual faz parte (FOWLER JR., 2011). Nesse sentido, com o intuito de se obter uma boa amostra da população daltônica, apenas duas limitações foram

impostas para a definição dos participantes: 1) o sujeito deve ser daltônico; 2) o sujeito deve estar cursando ou já ter cursado o Ensino Médio.

Na presente pesquisa, essa etapa ocorreu através da aplicação de um questionário virtual (Apêndice A), o qual foi construído através da ferramenta *Google Forms* e compartilhado com sujeitos daltônicos via *WhatsApp*®. O compartilhamento foi feito com o grupo D.A - Daltônicos Anônimos, criado por um influenciador digital daltônico, em que 89 participantes partilham experiências e trocam informações a respeito da discromatopsia, dessa forma, garantiu-se que apenas indivíduos que respeitam os critérios estabelecidos respondessem ao questionário.

Para a construção do questionário, buscou-se elaborar questões que permitissem: traçar o perfil dos sujeitos investigados — idade e formação —, compreender os conteúdos químicos em que o daltonismo mais lhes causa/causou dificuldades, assim como as atividades escolares realizadas nas aulas da disciplina em que a deficiência lhes prejudica/prejudicava, e, por fim, levantar sugestões a respeito de ferramentas e ações que pudessem ser úteis para a educação inclusiva aos estudantes daltônicos. Todas as questões foram cuidadosamente elaboradas para que fossem facilmente compreendidas, assim a ocorrência de erros nos resultados relacionados às respostas pode ser minimizada (FOWLER JR., 2011).

As respostas recebidas foram avaliadas a partir dos objetivos de cada questão. Desta forma, as dificuldades evidenciadas foram analisadas a fim de permitir a definição do conteúdo que seria abordado pelo produto final da pesquisa e os obstáculos trazidos pelo assunto. Por sua vez, as sugestões apresentadas foram analisadas com o intuito de se reunir alternativas que poderiam ser aplicadas ao produto educacional produzido.

4.3 Elaboração do produto educacional

Após os resultados da etapa anterior terem sido analisados e considerando que a acessibilidade é um direito que garante aos indivíduos com deficiência o pleno acesso à educação (BRASIL, 2015), foi possível estabelecer os parâmetros a serem seguidos para a elaboração do produto. Assim, optou-se pela construção de uma Tabela Periódica acessível aos estudantes daltônicos, que permita o correto entendimento da classificação periódica e das propriedades relacionadas a ela.

Para tanto, o material foi produzido com base nos princípios de acessibilidade cromática, os quais auxiliam no desenvolvimento de projetos acessíveis para daltônicos, destacando a importância dos contrastes visuais e da simplicidade (PEREIRA, 2021; MÓL; DUTRA, 2020). Assume-se, aqui, que a cor faz parte de diversos processos de comunicação, como comenta Pereira (2021), inclusive dentro dos espaços escolares, tornando-se um aspecto fundamental para a compreensão completa das informações. Esse fenômeno ocorre, também, na Tabela Periódica, em que os elementos estão comumente classificados através das cores nos mais diversos livros didáticos. Fato que se apresenta como um obstáculo para o ensino de tal conteúdo aos estudantes daltônicos. A Figura 2 apresenta a atual versão da tabela, divulgada pela IUPAC, que foi utilizada como base para a elaboração do material proposto.

Figura 2 - Tabela Periódica

IUPAC Periodic Table of the Elements

The image shows the IUPAC Periodic Table of the Elements with color coding for accessibility. The table includes atomic number, symbol, name, and atomic weight for each element. It features a key for the color coding and logos for the International Union of Pure and Applied Chemistry.

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 4 May 2022. Copyright © 2022 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

Fonte: IUPAC, 2022.

Portanto, a construção de um produto educacional acessível envolvendo a Tabela Periódica precisa permitir que os indivíduos com deficiência cromática sejam capazes de diferenciar as classificações apresentadas. Para isso, o produto da pesquisa emprega uma linguagem universal e inclusiva conhecida por *ColorADD*, a qual utiliza símbolos para realizar a identificação das cores (NEIVA, 2022).

O código, criado em 2008 por Miguel Neiva, na Universidade do Minho em Portugal, como comenta Lima (2015), representa as cores de forma gráfica e monocromática, baseando-se na utilização das cores primárias: azul, amarelo e vermelho, e também no branco e no preto (Figura 3) para, a partir da combinação de seus símbolos, identificar todas as demais cores e intensidades (Figura 4).

Figura 3 - Fundamento do Sistema *ColorADD*



Fonte: NEIVA, 2022.

Figura 4 - Sistema *ColorADD*



Fonte: NEIVA, 2022.

A partir desses parâmetros, construiu-se um produto educacional em que estão disponíveis: i) uma tabela periódica cuja representação utiliza as cores para a diferenciar os elementos a partir de suas propriedades químicas; ii) outras duas tabelas com representações alternativas, propostas pelo autor, para o estudo das variações das propriedades periódicas: raio atômico, potencial de ionização, afinidade eletrônica, eletronegatividade e densidade. Todas as representações foram

construídas de forma padronizada e com diagramação simples, com suporte das plataformas *Canva Pro*® e *Adobe Photoshop*®, de maneira que a compreensão e o manuseio do material se tornem simplificados.

4.3.1 Construção de uma paleta de cores acessível

Considerando os princípios destacados por Pereira (2021) e Mól e Dutra (2020) para a elaboração de um recurso acessível, foi necessário construir uma paleta de cores que fosse compreensível tanto para os sujeitos de visão normal quanto pelos sujeitos com daltonismo, já que a comunicação através das cores é parte fundamental da classificação periódica. Nesse sentido, a construção da paleta de cores a ser utilizada ao longo da construção da Tabela Periódica objetivou a seleção de cores que, quando combinadas, não fossem confundidas.

Para tanto, foram selecionadas cinco cores iniciais: branco, amarelo, vermelho, azul e laranja, as quais, quando expostas ao simulador de daltonismo do *website Adobe Color*®, não apresentam conflitos entre si. A Figura 5 apresenta, da esquerda para a direita, a sequência das cores listadas, bem como, de cima para baixo, a forma como elas são vistas por pessoas com deuteranopia, protanopia e tritanopia.

Figura 5 - Teste de compatibilidade feito com as cores iniciais



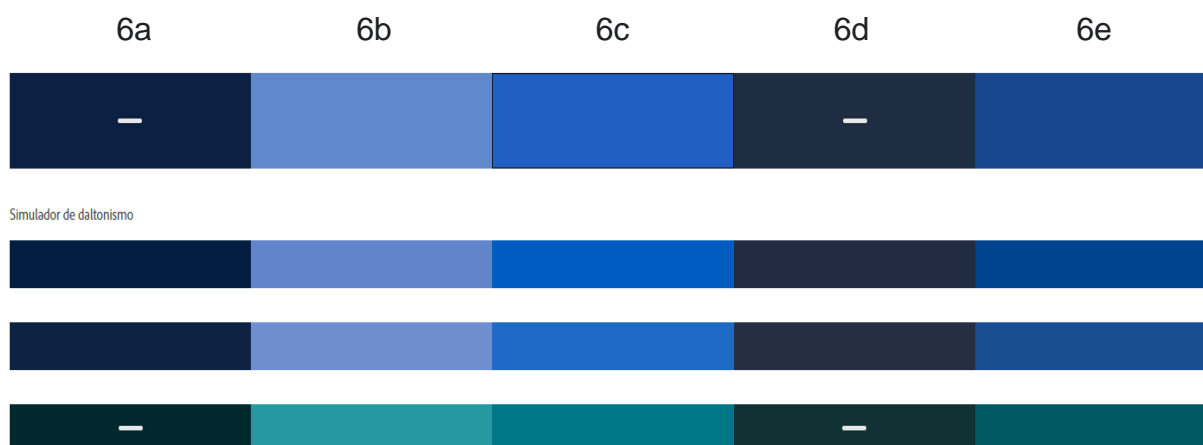
Fonte: Autor (2022).

Percebe-se, pelo teste, que, apesar da visão simulada apresentar cores diferentes das originais, todas elas podem ser diferenciadas. Esse resultado descreve um conjunto de cores acessíveis e compatíveis entre si, já que a tendência de que os daltônicos as confundam será reduzida.

Dessas, as cores amarelo, vermelho e azul foram submetidas ao processo de expansão em uma paleta monocromática, com o auxílio da ferramenta Disco de Cores do mesmo *website*. O processo permitiu que novas cores com tonalidades e sombras diferentes das originais fossem obtidas para que uma paleta harmônica fosse construída (PEREIRA, 2021). Como resultado do processo, cada uma das cores submetidas à expansão deu origem a outros cinco novos tons; assim, duas cores resultantes de cada expansão foram selecionadas para compor a paleta, tomando-se o cuidado para que cores conflitantes fossem deixadas de fora.

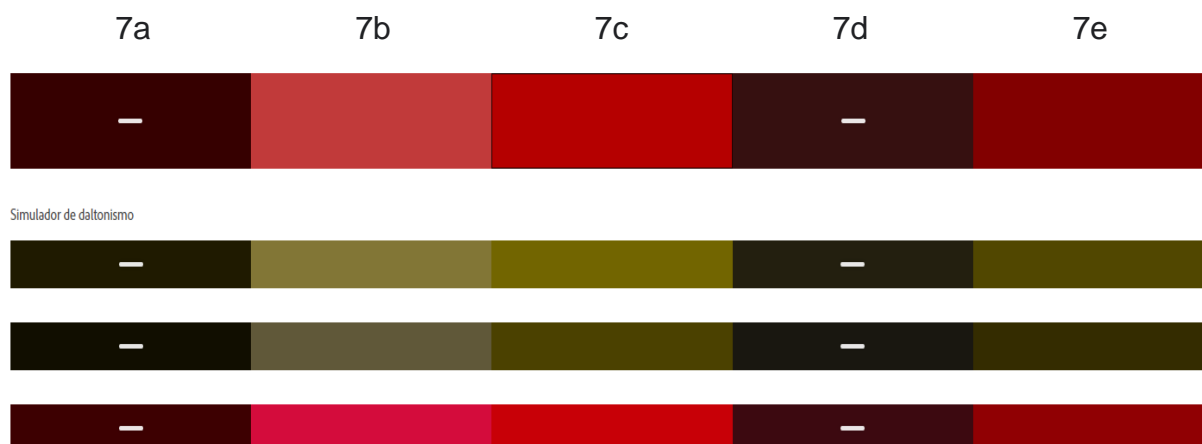
As Figuras 6 e 7 apresentam, respectivamente, a expansão monocromática do azul e do vermelho sendo expostas ao simulador de daltonismo. Percebe-se que as cores (6a) e (6d), assim como as (7a) e (7d) são conflitantes entre si, pois impedem a diferenciação por parte dos sujeitos daltônicos. Por isso, as cores (6b), (7b), (6e) e (7e) foram selecionadas para compor a paleta junto das cores (6c) e (7c), que são as originalmente escolhidas.

Figura 6 - Teste de compatibilidade com a expansão do azul



Fonte: Autor (2022).

Figura 7 - Teste de compatibilidade com a expansão do vermelho



Fonte: Autor (2022).

Através desse procedimento, foi possível construir uma paleta de cores acessível para a elaboração da Tabela Periódica (Quadro 1), na qual nenhum conflito entre as cores foi encontrado.

Quadro 1 - Paleta de cores obtida após os testes

Nome da Cor	Cor
Branco	
Amarelo Claro	
Amarelo	
Amarelo Escuro	
Laranja	
Vermelho Claro	
Vermelho	
Vermelho Escuro	
Azul Claro	
Azul	
Azul Escuro	

Fonte: Autor (2022)

A paleta construída apresenta 11 cores, as quais serão utilizadas para classificar os elementos da Tabela Periódica. As cores, porém, constituirão o fundo das células que virão a compor a tabela, sendo, portanto, necessário selecionar cores com bom contraste para que as informações sejam apresentadas de maneira legível

(MÓL; DUTRA, 2020). Para tanto, as cores preto e branco foram escolhidas e testadas para cada cor da paleta através da ferramenta *Colorable* (Figura 8), que permitiu verificar a ocorrência de um bom contraste a partir dos resultados entre AA e AAA obtidos, que indicam um resultado otimizado (PEREIRA, 2021).

Figura 8 - Resultado obtido para as cores Amarelo e Vermelho quanto ao contraste



Contraste do Amarelo com o Preto



Contraste do Vermelho com o Branco

Fonte: Autor (2022).

A partir dos resultados obtidos para o contraste, uma relação da cor de fundo com a cor do texto foi construída e está apresentada no Quadro 2:

Quadro 2 - Relação de cores com bom contraste

Cor de Fundo	Cor do Texto
Branco	Preto
Amarelo Claro	Preto
Amarelo	Preto
Amarelo Escuro	Preto
Laranja	Preto
Vermelho Claro	Branco
Vermelho	Branco
Vermelho Escuro	Branco
Azul Claro	Preto
Azul	Branco
Azul Escuro	Branco

Fonte: Autor (2022).

4.3.2 Adaptação da representação clássica

Conforme as recomendações da União Internacional de Química Pura e Aplicada — IUPAC (2005), ao apresentar a Tabela Periódica, é possível agrupar

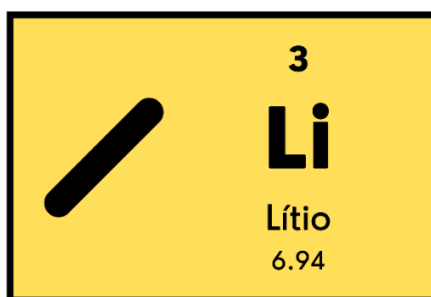
determinados elementos de acordo com suas características físicas. Nesse contexto, a clássica representação da tabela utiliza as cores para classificar os elementos nos grupos atômicos aprovados pela IUPAC:

- Hidrogênio: Apesar de, geralmente, aparecer junto dos metais alcalinos, o Hidrogênio não compartilha plenitude de propriedades com nenhum outro grupo, sendo, por isso, mantido isolado nessa classificação (CRAVEIRO, 2013; LABARCA; BEJARANO; EICHLER, 2013).
- Metais alcalinos: São um grupo de seis elementos que compartilham as características dos metais e possuem um elétron de valência (CRAVEIRO, 2013).
- Metais alcalinos terrosos: São mais um grupo de seis elementos que compartilham as características dos metais, esses, no entanto, possuem dois elétrons de valência (CRAVEIRO, 2013).
- Metais de transição: São o maior grupo da tabela, também compartilham as características dos metais, mas, apresentam como orbital de valência os orbitais 3d, 4d ou 5d (CRAVEIRO, 2013).
- Metais de pós transição: Os metais que não se enquadram nas demais classificações não recebem uma recomendação por parte da IUPAC (2005), no entanto, a literatura internacional, como visto, por exemplo, através de Walsh et al. (2011) e Schmidbaur e Schier (2008), costuma utilizar o termo *post transition* para se referir a eles. Por isso, a tradução literal “metais de pós transição” será utilizada aqui.
- Semimetais: São um grupo de elementos com características que transitam entre os metais e os não metais (CRAVEIRO, 2013).
- Não metais: São um grupo de elementos com características, de modo geral, opostas aos dos metais (CRAVEIRO, 2013).
- Halogênios: São um grupo de não metais que, no entanto, se diferenciam dos demais por serem mais reativos (ATKINS et al., 2010).
- Gases nobres: São, em temperatura ambiente, gases de reatividade bastante baixa (CRAVEIRO, 2013).
- Lantanóides ou Lantanídeos: São um grupo de metais que apresenta como orbital de valência o orbital 4f (CRAVEIRO, 2013; FILHO; GALAÇO; SERRA, 2019).

- Actinóides ou Actinídeos: São um grupo de metais que apresenta como orbital de valência o orbital 5f (CRAVEIRO, 2013).

Sendo assim, a tabela adaptada manteve a classificação típica, modificando apenas a sua representação, a qual mantém a cor como ferramenta de categorização dos elementos, mas, recebe os códigos do sistema *ColorADD* como alternativa acessível para a distinção das cores. Nesse sentido, surge a forma das células que compõem a tabela (Figura 9).

Figura 9 - Célula do Lítio



Fonte: Autor (2022).

A célula apresenta, em destaque, o símbolo do elemento (Li), acima dele, o número atômico e, abaixo, o respectivo nome e sua massa atômica. Também em destaque, o elemento gráfico, à esquerda, representa a cor do fundo da célula (amarelo), utilizada na classificação do elemento. Preocupou-se, sobretudo, em: apresentar células com contorno, o que permite a melhor percepção das suas delimitações; manter o *layout* simples, para que a leitura não exigisse demasiado esforço; replicar a distribuição clássica das informações, permitindo que qualquer estudante acostumado com a Tabela Periódica seja capaz de utilizar o recurso imediatamente (PEREIRA, 2021; MÓL; DUTRA, 2020).

A paleta de cores foi utilizada para classificar os elementos de acordo com o Quadro 3, abaixo:

Quadro 3 - Relação da cor com a classificação dos elementos

Cor de Fundo	Classificação
Branco	Hidrogênio
Amarelo Claro	Metais alcalinos terrosos
Amarelo	Metais alcalinos
Amarelo Escuro	Lantanídeos
Laranja	Actinídeos
Vermelho Claro	Metais de pós transição
Vermelho	Metais de transição
Vermelho Escuro	Semimetais
Azul Claro	Não metais
Azul	Halogênios
Azul Escuro	Gases nobres

Fonte: Autor (2022).

A Tabela Periódica acessível está integralmente apresentada na seção 5.2 do presente trabalho.

4.3.2 Representações alternativas para o estudo das propriedades periódicas

O estudo das propriedades periódicas permite compreender como algumas propriedades dos elementos variam de acordo com o número atômico, essa periodicidade pode ser observada devido a organização da tabela (ATKINS, 2010; CRAVEIRO, 2013). Por isso, a Tabela Periódica se apresenta como uma ferramenta para a previsão da variação das seguintes propriedades, as quais foram descritas conforme Atkins (2010) e Craveiro (2013):

- **Raio Atômico (RA):** O raio de um átomo é influenciado pela quantidade de prótons em núcleo, bem como pela quantidade de elétrons em seus orbitais. Um núcleo com maior quantidade de partículas positivas tende a atrair elétrons com mais intensidade, enquanto que há maior quantidade de elétrons internos dificulta a aproximação dos elétrons externos. Portanto, uma boa maneira de prever a variação dessa propriedade é avaliar o número atômico dos elementos e a quantidade de níveis energéticos disponíveis para os elétrons. Essa análise nos leva a inferir que o Raio Atômico é maior para os elementos posicionados na região inferior-esquerda da Tabela Periódica.

- Energia de Ionização (EI): Diz respeito à energia necessária para que se remova um elétron de um átomo gasoso e isolado do referido elemento. Essa propriedade está diretamente relacionada com a anterior, já que átomos com menor raio tendem a ser aqueles que mantêm seus elétrons mais intensamente atraídos por seu núcleo. Assim, pode-se dizer que há uma tendência de que as maiores energias de ionização sejam característica dos elementos posicionados na região superior-direita da Tabela Periódica.
- Afinidade Eletrônica (AE): Ao se formar um ânion a partir de um átomo isolado, ocorre liberação de energia. A intensidade da energia liberada durante o processo é o que define a propriedade em questão. A variação dessa propriedade na Tabela Periódica se dá conforme a variação da Energia de Ionização, estando os elementos de maior Afinidade Eletrônica na região superior-direita da tabela.
- Eletronegatividade (EN): Pode ser compreendida como a capacidade de um átomo de determinado elemento em atrair elétrons para si. O tamanho de um átomo, bem como a quantidade de elétrons em seus orbitais são fatores que influenciam essa propriedade. Assim, de forma geral, infere-se que os elementos mais eletronegativos estão posicionados na região superior-direita da Tabela Periódica. Nota-se, porém, que os Gases Nobres não devem ser incluídos nessa avaliação, já que apresentam considerável estabilidade.
- Eletropositividade (EP): É o contrário da Eletronegatividade, representando a tendência do átomo a ceder elétrons. Sendo assim, a região da tabela que apresenta os elementos mais eletropositivos é a inferior-esquerda. Da mesma forma que na propriedade oposta, os Gases Nobres não são considerados por conta de sua estabilidade.
- Densidade Absoluta (DA): Representa o quociente entre massa e volume. A variação desse quociente no estado sólido pode ser prevista através da tabela periódica, estando os elementos mais densos na região inferior, ao centro da tabela.

Considerando o que foi dito, a observação da periodicidade pode ser facilitada por uma representação alternativa da tabela, a qual classifica os elementos de acordo com a grandeza dessas propriedades e mantém a cor como princípio fundamental de sua comunicação. Portanto, para além da adaptação da tabela descrita anteriormente,

buscou-se construir representações capazes de evidenciar as variações das propriedades em função do número atômico dos elementos. Aqui, as tabelas propostas ainda são compostas pelas células no formato adaptado que foi apresentado na Figura 9, mas a paleta de cores foi reduzida (Quadro 4).

Quadro 4 - Paleta de cores reduzida

Nome da Cor	Cor
Amarelo Claro	
Amarelo	
Amarelo Escuro	
Laranja	
Vermelho	

Fonte: Autor (2022)

As cores selecionadas são uma fração da paleta inicial, as quais foram anteriormente submetidas aos testes que verificam sua acessibilidade. Juntas, formam uma variação de cores que permitem a construção de um degradê, que será utilizado para representar a variação da grandeza das propriedades periódicas. Dessa forma, elementos classificados com uma mesma cor serão elementos com valores semelhantes para as suas propriedades.

Nessa etapa da pesquisa, foram construídas duas tabelas, as quais permitem a avaliação da variação das propriedades listadas anteriormente. A primeira das tabelas foi chamada de Tabela de Propriedades e permite a verificação da variação das propriedades: RA; EI; AE; EN; EP. A segunda tabela alternativa, chamada de Tabela de Densidades, deve ser utilizada especialmente para a verificação da propriedade em questão, já que a variação da densidade com o número atômico é bastante distinta, se comparada às demais propriedades periódicas.

Para a construção de ambas as tabelas alternativas, a classificação dos elementos em relação a grandeza de suas propriedades foi feita conforme o que se apresenta abaixo (Quadro 5):

Quadro 5 - Ordem de crescimento da grandeza das propriedades pelas cores

Nome da Cor	RA, EP, DA	EI, AE, EN	Cor
Amarelo Claro	Menores ↓ Maiores	Maiores ↑ Menores	
Amarelo			
Amarelo Escuro			
Laranja			
Vermelho			

Fonte: Autor (2022)

Por fim, vale ressaltar que, novamente, preocupou-se em cumprir com os princípios de acessibilidade citados por Pereira (2021) e Mól e Dutra (2020), mantendo o contorno das células, o contraste entre texto e cor de fundo, bem como o layout simples. Os dois produtos dessa etapa estão apresentados integralmente na seção 5.2 do presente trabalho.

4.4 Avaliação da Tabela Periódica acessível

Após a construção da Tabela Periódica acessível, buscou-se avaliar o material a fim de verificar sua aplicabilidade e de reunir dados que possibilitem o aprimoramento de futuras versões para que o seu objetivo seja atingido. O processo de avaliação se deu através do envio, via *WhatsApp*®, de um questionário virtual (Apêndice B) ao grupo D.A - Daltônicos Anônimos, o qual já participou da etapa inicial do trabalho. Aqui, mais uma vez, garantiu-se que apenas sujeitos daltônicos participassem da pesquisa, mas não foi necessário limitar a participação aos sujeitos que compuseram o grupo investigado durante a etapa de levantamento de dados, pois ambas as etapas são independentes.

O questionário foi elaborado em duas seções: a primeira exigiu dos participantes a manipulação das tabelas para que pudessem responder questões relacionadas à classificação dos elementos; enquanto que a segunda envolveu questões que avaliaram a estrutura e a acessibilidade do material produzido. Assim como durante o levantamento de dados, buscou-se respeitar os princípios levantados por Fowler Jr. (2011), os quais apontam para a necessidade de que as questões sejam cuidadosamente elaboradas a fim de evitar a má compreensão por parte dos participantes da pesquisa.

As questões referentes à classificação dos elementos não exigiam conhecimento químico a respeito dos conceitos abordados, seu objetivo era apenas o de forçar os participantes a consultarem as tabelas. Assim, a taxa de acertos pode ser compreendida como um índice da eficiência do material que se produziu. Quanto às questões estruturais avaliadas, atentou-se a: clareza das informações; qualidade do contraste entre cor de fundo e texto; diferenciação das cores por parte dos sujeitos; eficiência do material.

O acesso ao questionário se deu a partir do *website* (Apêndice C) construído através da ferramenta *Google Sites®*, no qual o trabalho, o código *ColorADD* e as tabelas construídas estavam apresentados para que os participantes pudessem compreender todas as informações necessárias. As respostas obtidas foram avaliadas de acordo com o objetivo de cada questão, permitindo compreender de que modo o material produzido alcançou ou deixou de alcançar as intenções iniciais da pesquisa.

As respostas recebidas para a primeira seção foram avaliadas a fim de se obter a taxa de acertos para cada questão, o que permitiu verificar de forma inicial a aplicabilidade das tabelas. As respostas obtidas para a segunda seção, no entanto, foram avaliadas de maneiras distintas: 1) as questões objetivas, estruturadas a fim de se obter o grau de concordância em uma escala de cinco pontos, para a qual o valor 1 representa total discordância e 5 total concordância, foram avaliadas a partir do valor médio calculado das avaliações pelos sujeitos; 2) as demais questões objetivas foram avaliadas a partir da verificação da alternativa mais frequentemente assinalada; e 3) a questão final dissertativa foi utilizada para verificar a opinião dos sujeitos quanto à utilidade das tabelas.

Para o cálculo da média, acima citado, utilizou-se a seguinte equação matemática (OLIVEIRA, 2005):

$$\text{Média} = \frac{\sum_i^{nt} f_i \times i}{nt}$$

Onde:

f_i = frequência de respostas com determinado valor;

i = valor da avaliação;

n_t = número total de respostas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo expõe-se os resultados obtidos ao longo das duas etapas do trabalho. Para isso, discute-se, inicialmente, os dados obtidos através da aplicação do questionário para o levantamento de dados com o grupo D.A - Daltônicos Anônimos, que permitiram definir o conteúdo de maior dificuldade para os estudantes daltônicos. Posteriormente, apresenta-se o material produzido, bem como os resultados de sua avaliação por parte dos sujeitos da pesquisa.

5.1 Sondagem dos sujeitos

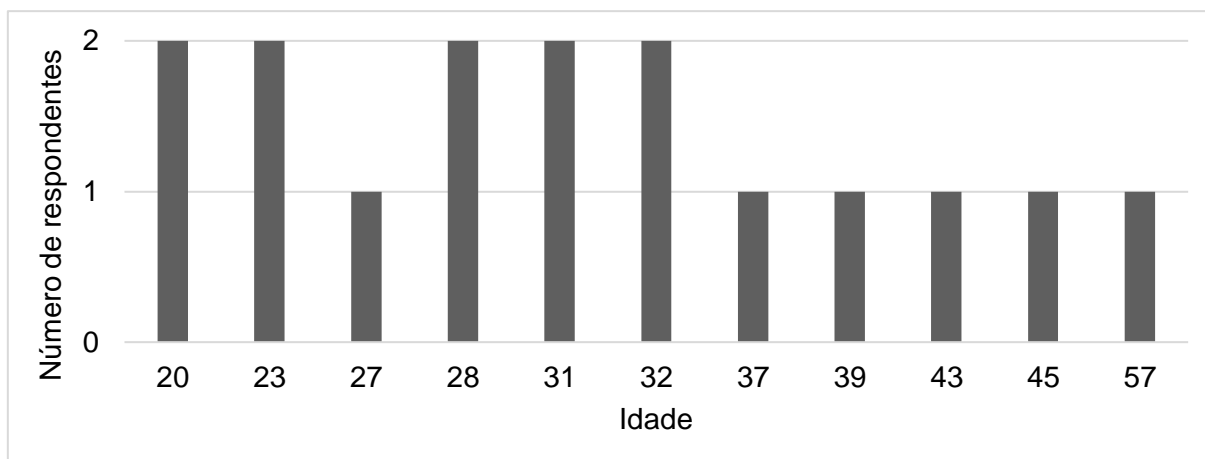
Aqui, discute-se a respeito dos resultados obtidos durante a execução da etapa de levantamento de dados, a qual permitiu compreender os sujeitos da pesquisa, conhecendo suas dificuldades e, ainda, recebendo suas sugestões para o enfrentamento dos problemas.

5.1.1 Perfil dos sujeitos investigados

O questionário virtual aplicado durante a etapa de levantamento de dados (Apêndice A) foi enviado via *WhatsApp*®, sendo recebido por 89 pessoas, das quais apenas as mais ativas do grupo D.A responderam, totalizando 16 participações. Desses sujeitos, todos eram pessoas com daltonismo que já haviam concluído o Ensino Médio.

A faixa etária dos participantes é bastante ampla, variando dos 20 aos 57 anos de idade (Figura 10). Fato que se apresenta como um aspecto positivo para a pesquisa, já que representa uma amostragem bastante abrangente da população investigada (FOWLER JR., 2011).

Figura 10 - Respostas obtidas para a questão "qual a sua idade?"



Fonte: Autor (2022).

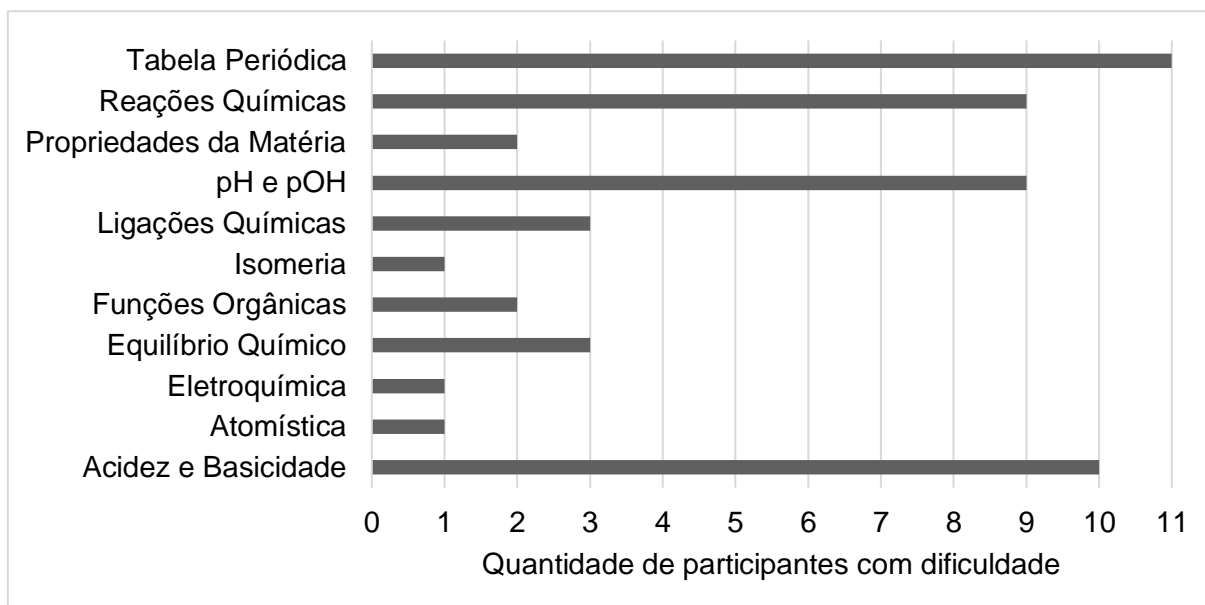
Não foi feito nenhum questionamento a respeito do gênero dos participantes, pois o daltonismo é cientificamente descrito como uma deficiência de prevalência majoritária em homens (FARINA; PEREZ; BASTOS, 2006; MOURA, 2019). Portanto, a informação não traria nenhum resultado relevante para o desenvolvimento do trabalho.

5.1.2 Principais dificuldades dos daltônicos no estudo da Química

Para conhecer as principais dificuldades dos participantes no estudo da Química impostas pelo daltonismo, duas questões foram realizadas: 1) Sobre o estudo da Química no Ensino Médio: aponte os conteúdos em que o Daltonismo mais lhe causa/causava dificuldades (você pode marcar mais de uma opção); e 2) Sobre o estudo da Química no Ensino Médio: descreva as atividades em que o Daltonismo mais lhe causa/causava dificuldades (ex: experimentos em laboratório, leitura do livro didático, etc). A primeira, apresentou opções pré-estabelecidas que poderiam ser escolhidas pelo participante, a segunda, por sua vez, apresentou um espaço em branco para uma resposta descritiva.

A questão 1 recebeu respostas distribuídas, especialmente, entre os conteúdos de pH e pOH, reações químicas, acidez e basicidade e Tabela Periódica (Figura 11), os quais comumente utilizam as cores durante o seu estudo. O conteúdo apontado como aquele que traz mais dificuldades é a Tabela Periódica, dos 16 participantes, 11 assinalaram essa alternativa.

Figura 11 - Conteúdo em que o daltonismo mais causa dificuldades



Fonte: Autor (2022).

As respostas para a questão 2 foram reunidas no Quadro 6 de forma integral e classificadas de acordo com as atividades com que se relacionavam. Utilizaram-se os índices EX para dificuldades relacionadas a atividades experimentais, MD para atividades relacionadas à utilização de materiais didáticos e SE para atividades relacionadas à participação em seminários.

Quadro 6 - Atividades em que o daltonismo mais causa dificuldades

Sujeito	Resposta	Classificação
1	Experimentos químicos com alteração de cores.	EX
2	As legendas dos livros as vezes era difícil de entender por conta das cores.	MD
3	Leitura do livro didático, apresentação de seminários.	MD/SE
4	Experimentos em laboratório, principalmente quando há titulação e a mudança de cor dos indicadores.	EX
5	Experimentos em laboratório.	EX
6	Laboratório.	EX
7	Leitura no livro, identificação da tabela e experimentos.	EX/MD

8	Todos os experimentos relacionados a cores em reações químicas.	EX
9	Me recordo mais de questões em livro didático, de forma geral. Quando era utilizado algum mapa, algum gráfico ou alguma tabela em que a legenda era feita apenas pelas cores.	MD
10	Na titulação ácido/base... onde verde e laranja eram a mesma coisa. Escala de ph com cores.	EX
11	Experimentos em laboratório e cores da tabela periódica.	EX/MD
12	Tudo.	EX/MD/SE
13	Leitura do livros, visualização de reações.	EX/MD
14	Identificar as cores em experimentos.	EX
15	Tabela periódica, análises em laboratório.	EX/MD
16	A experimentação em laboratório sempre causou as maiores dificuldades nas matérias de química.	EX

Fonte: Autor (2022).

A classificação SE aparece apenas em duas das afirmações, representando uma dificuldade pouco frequente que, possivelmente, está relacionada à vergonha de se expor por conta de sua deficiência. Oito das respostas foram classificadas como MD, corroborando os resultados já presentes na literatura, como os de Moura (2019) e Melo, Galon e Fontanella (2014), que apontam para a existência de uma complicação durante a interpretação de alguns materiais didáticos pelos estudantes com discromatopsia por conta da utilização das cores em tabelas e gráficos, por exemplo. O sujeito 9, que descreve suas dificuldades quanto ao uso do livro didático, esclarece a questão, indicando o fato de que a comunicação feita exclusivamente através das cores não é universal. As atividades experimentais, por sua vez, aparecem como o maior problema para os estudantes daltônicos, tendo sido citadas por 13 (81,25%) dos participantes. Destacam-se as respostas dos sujeitos 1, 4 e 14, que levantam a dificuldade de perceberem a mudança da cor durante a ocorrência das reações estudadas.

5.1.3 Sugestões para o enfrentamento das dificuldades

Após terem apresentado suas dificuldades, os sujeitos da pesquisa foram convidados a fazer sugestões de ações e ferramentas que poderiam ser úteis para superar as dificuldades impostas pelo daltonismo durante o estudo da Química. Dos 16 participantes, apenas um (sujeito 16) preferiu não fazer sugestões e outro (sujeito 11) respondeu não ser capaz de apresentar uma alternativa. O fato do sujeito 16 ter se absterido da questão, no entanto, não prejudica a validade dos dados, já que representa um índice de ausência de resposta muito baixo em relação ao todo (FOWLER JR., 2011). Todas as ideias apresentadas foram reunidas de forma integral no Quadro 7.

Quadro 7 - Sugestões para superar as dificuldades causadas pelo daltonismo

Sujeito	Resposta
1	Maior diferenciação das cores na tabela periódica. Experimentos em laboratório em equipe para diferenciação de cores das reações.
2	Inclusão de simbologia e tabelas adaptadas para daltônicos.
3	O ideal seria uma metodologia diferente da usada, por ex, no caso de experiências com ácidos e bases, o principal indicativo é o suco de repolho roxo, que deixa compostos ácidos vermelhos ou verdes, se existir outro indicativo com cores mais fáceis de identificação, ou no caso de impossibilidade, um indicativo escrito, pra ajudar na compreensão e diferenciação.
4	Ir pelas fórmulas e não por cores.
5	O professor usar um piloto de mesma cor.
6	Legendas.
7	Nomear cores.
8	Identificação das cores por meio de símbolos ou uma ajuda de terceiro com a identificação das cores em experimentos.
9	Inclusão nos materiais e nos experimentos, como legenda de cores e utilização de outros indicadores, no caso dos experimentos.
10	Melhorar as legendas dos livros e orientar os professores quanto as dificuldades que algumas pessoas tem pra interpretar as cores.
11	Não saberia indicar.

12	Testes de ph mais didáticos sem cores.
13	É necessário que haja mais sensibilização sobre o assunto e, ao mesmo tempo, que o assunto seja discutido desde a formação dos professores, na universidade.
14	Sistema color add.
15	Estar identificado as cores.
16	---

Fonte: Autor (2022).

Existe uma forte tendência por parte dos participantes de sugerir alternativas relacionadas à identificação das cores no material didático, seja através da utilização de símbolos ou, simplesmente, nomeando-as. Essa sugestão está presente em nove das 15 respostas, tendo maior frequência entre todas as alternativas propostas, fato que direcionou o objetivo do trabalho. O sistema *ColorADD*, que será utilizado durante a elaboração da Tabela Periódica acessível, é indicado pelo sujeito 14 como uma forma de garantir essa identificação.

Há, também, uma preocupação dos participantes em encontrar alternativas para as atividades experimentais, surgindo como opções o trabalho em grupo e a utilização de indicadores de pH alternativos. Destaca-se, ainda, o que foi trazido pelos sujeitos 10 e 13, que fazem referência à necessidade de que o daltonismo seja mais discutido e de que os professores sejam preparados para a educação inclusiva durante a sua formação.

5.2 A Tabela Periódica Acessível aos Daltônicos

Nesta seção, estão dispostas as três tabelas que surgiram como resultado da etapa de elaboração do produto educacional proposto. As três diferentes representações compartilham de um mesmo princípio durante a comunicação de suas informações: a cor como ferramenta de classificação dos elementos. No entanto, cada uma delas possui uma utilidade distinta: a primeira identifica os elementos de acordo com suas propriedades, a segunda demonstra a variação das propriedades periódicas, classificando os elementos de acordo com a grandeza dessas propriedades e a última

manifesta a variação da densidade, classificando os elementos de acordo com a grandeza dessa propriedade específica.

Os três produtos comentados estão dispostos nas páginas seguintes do presente trabalho, no entanto, há uma limitação na qualidade das imagens apresentadas imposta pelo editor de texto utilizado para a digitação. Por conta disso, o material está, também, disponível através do link (drive.google.com/drive/folders/1RL-X2BQNqti8eaLUu8ju_KTGctE72j1h), onde pode ser acessado em qualidade original, o que permite a melhor manipulação das tabelas.

A Figura 12 apresenta a tabela em sua representação clássica, na qual cada cor representa um grupo de elementos com características semelhantes:

Figura 12 - Tabela Periódica acessível

Metálicos Alcalinos		Metálicos de Transição		Lantanídeos		Semimetálicos		Halogênios	
Alcalinos Terrosos		Metálicos de Pós-Transição		Atividades		Não-Metálicos		Gases Nobres	
1 H Hidrogênio 1,008	2 He Hélio 4,003	3 Li Lítio 6,941	4 Be Berílio 9,012	5 B Boro 10,811	6 C Carbono 12,011	7 N Nitrogênio 14,007	8 O Oxigênio 15,999	9 F Fluoreto 18,998	10 Ne Neônio 20,180
11 Na Sódio 22,990	12 Mg Magnésio 24,305	13 Al Alumínio 26,982	14 Si Silício 28,086	15 P Fósforo 30,974	16 S Enxofre 32,065	17 Cl Cloro 35,453	18 Ar Argônio 39,948	19 K Potássio 39,098	20 Ca Cálcio 40,078
37 Rb Rúbio 85,468	38 Sr Estrôncio 87,62	39 Y Ítrio 88,906	40 Zr Zircônio 91,224	41 Nb Níquel 92,906	42 Mo Molibdênio 95,94	43 Tc Técnetio 98,906	44 Ru Ródio 101,07	45 Rh Ródio 102,905	46 Pd Paládio 106,42
55 Cs Césio 132,905	56 Ba Bário 137,327	57-71 Lantanídeos	72 Hf Háfnio 178,49	73 Ta Tântalo 180,948	74 W Wolfrâmio 183,84	75 Re Rênio 186,207	76 Os Osmio 190,23	77 Ir Írídio 192,222	78 Pt Platina 195,084
87 Fr Frâncio 223	88 Ra Rádio 226	89-103 Atinídeos	104 Rf Rifório 261	105 Db Dubnônio 262	106 Sg Seabúrgio 263	107 Bh Bohrio 264	108 Hs Háscio 265	109 Mt Moscúvio 266	110 Ds Darmstádio 267
117 Ts Tenessio 289	118 Og Oganessônio 294	119 Nh Nihônio 285	120 Fl Flúrio 286	121 Mc Moscúvio 287	122 Lv Livermório 288	123 Ts Tenessio 289	124 Lr Lawrêncio 290	125 Uu Ununpentio 291	126 Uub Ununhexio 292
151 Nh Nihônio 285	152 Fl Flúrio 286	153 Mc Moscúvio 287	154 Lv Livermório 288	155 Ts Tenessio 289	156 Lr Lawrêncio 290	157 Uu Ununpentio 291	158 Uub Ununhexio 292	159 Uut Ununseptio 293	160 Uuq Ununoctio 294
167 Uuh Ununheptio 315	168 Uuo Ununoctio 316	169 Uuq Ununoctio 317	170 Uuq Ununoctio 318	171 Uuq Ununoctio 319	172 Uuq Ununoctio 320	173 Uuq Ununoctio 321	174 Uuq Ununoctio 322	175 Uuq Ununoctio 323	176 Uuq Ununoctio 324
173 Uuq Ununoctio 321	174 Uuq Ununoctio 322	175 Uuq Ununoctio 323	176 Uuq Ununoctio 324	177 Uuq Ununoctio 325	178 Uuq Ununoctio 326	179 Uuq Ununoctio 327	180 Uuq Ununoctio 328	181 Uuq Ununoctio 329	182 Uuq Ununoctio 330
189 Uuq Ununoctio 389	190 Uuq Ununoctio 390	191 Uuq Ununoctio 391	192 Uuq Ununoctio 392	193 Uuq Ununoctio 393	194 Uuq Ununoctio 394	195 Uuq Ununoctio 395	196 Uuq Ununoctio 396	197 Uuq Ununoctio 397	198 Uuq Ununoctio 398
201 Uuq Ununoctio 489	202 Uuq Ununoctio 490	203 Uuq Ununoctio 491	204 Uuq Ununoctio 492	205 Uuq Ununoctio 493	206 Uuq Ununoctio 494	207 Uuq Ununoctio 495	208 Uuq Ununoctio 496	209 Uuq Ununoctio 497	210 Uuq Ununoctio 498
217 Uuq Ununoctio 589	218 Uuq Ununoctio 590	219 Uuq Ununoctio 591	220 Uuq Ununoctio 592	221 Uuq Ununoctio 593	222 Uuq Ununoctio 594	223 Uuq Ununoctio 595	224 Uuq Ununoctio 596	225 Uuq Ununoctio 597	226 Uuq Ununoctio 598
233 Uuq Ununoctio 689	234 Uuq Ununoctio 690	235 Uuq Ununoctio 691	236 Uuq Ununoctio 692	237 Uuq Ununoctio 693	238 Uuq Ununoctio 694	239 Uuq Ununoctio 695	240 Uuq Ununoctio 696	241 Uuq Ununoctio 697	242 Uuq Ununoctio 698
247 Uuq Ununoctio 789	248 Uuq Ununoctio 790	249 Uuq Ununoctio 791	250 Uuq Ununoctio 792	251 Uuq Ununoctio 793	252 Uuq Ununoctio 794	253 Uuq Ununoctio 795	254 Uuq Ununoctio 796	255 Uuq Ununoctio 797	256 Uuq Ununoctio 798
261 Uuq Ununoctio 889	262 Uuq Ununoctio 890	263 Uuq Ununoctio 891	264 Uuq Ununoctio 892	265 Uuq Ununoctio 893	266 Uuq Ununoctio 894	267 Uuq Ununoctio 895	268 Uuq Ununoctio 896	269 Uuq Ununoctio 897	270 Uuq Ununoctio 898
277 Uuq Ununoctio 989	278 Uuq Ununoctio 990	279 Uuq Ununoctio 991	280 Uuq Ununoctio 992	281 Uuq Ununoctio 993	282 Uuq Ununoctio 994	283 Uuq Ununoctio 995	284 Uuq Ununoctio 996	285 Uuq Ununoctio 997	286 Uuq Ununoctio 998

Fonte: Autor (2022)

As Figuras 13 e 14 apresentam as tabelas com representações alternativas para o estudo das propriedades periódicas. A primeira delas pode, por exemplo, permitir a análise da variação do Raio atômico: os elementos vermelhos são os elementos de maior raio, enquanto que os brancos são os de menor valor para essa propriedade. No entanto, dentro de cada cor, ainda há uma variação do raio, portanto, avaliando a Tabela de Propriedades (Figura 13), é possível perceber que o raio do Cálcio (Ca) deve ser maior que o do Escândio (Sc), assim como o do Alumínio (Al) em relação ao do Silício (Si), o que se explica pela posição dos elementos em seus períodos da tabela. Por outro lado, a segunda permite apenas a análise da densidade, uma propriedade periódica que, como já comentado, varia de maneira diferente das demais.

Figura 13 - Tabela Periódica acessível para o estudo das propriedades

Menor Afinidade Eletrostática
Menor Eletronegatividade

Maior Afinidade Eletrostática
Maior Eletronegatividade

1 H Hidrogênio 1,008	2 He Hélio 4,003	3 Li Lítio 6,941	4 Be Berílio 9,012	5 B Boro 10,811	6 C Carbono 12,011	7 N Nitrogênio 14,007	8 O Oxigênio 15,999	9 F Fluor 18,998	10 Ne Neônio 20,180
11 Na Sódio 22,990	12 Mg Magnésio 24,305	13 Al Alumínio 26,982	14 Si Silício 28,086	15 P Fósforo 30,974	16 S Enxofre 32,065	17 Cl Cloro 35,453	18 Ar Argônio 39,948	19 K Potássio 39,098	20 Ca Cálcio 40,078
37 Rb Rúbio 85,468	38 Sr Estrôncio 87,62	39 Y Ítrio 88,906	40 Zr Zircônio 91,224	41 Nb Níquelio 92,906	42 Mo Molibdênio 95,94	43 Tc Técnetio 98	44 Ru Ródio 101,07	45 Rh Ródio 102,906	46 Pd Paládio 106,42
55 Cs Césio 132,905	56 Ba Bário 137,327	57-71 Lantanídeos	72 Hf Háfnio 178,49	73 Ta Tântalo 180,948	74 W Wolfrâmio 183,84	75 Re Rênio 186,207	76 Os Osmínio 190,23	77 Ir Írídio 192,222	78 Pt Platina 195,084
87 Fr Frâncio 223	88 Ra Rádium 226	89-103 Atômio	104 Rf Rifório 261	105 Db Dubnônio 262	106 Sg Seaborgio 263	107 Bh Bohrio 264	108 Hs Háscio 265	109 Mt Moscóvio 266	110 Ds Darmstádio 267
117 Ts Tenessíno 289	118 Og Oganesson 284	119 Uue Ununénio 288	120 Uub Unbunbio 287	121 Uut Untrínio 286	122 Uuq Unquívio 285	123 Uuq Unquívio 284	124 Uuq Unquívio 283	125 Uuq Unquívio 282	126 Uuq Unquívio 281
137 La Lantânio 138,905	138 Ce Cério 140,12	139 Pr Praseodímio 140,908	140 Nd Néodímio 144,24	141 Pm Promécio 144,913	142 Sm Samarco 150,36	143 Eu Europio 151,964	144 Gd Gadolínio 157,25	145 Tb Térbio 158,925	146 Dy Díscio 162,50
157 Lu Lutécio 174,967	158 Yb Ítrio 173,054	159 Tm Tulio 168,930	160 Yb Ítrio 173,054	161 Lu Lutécio 174,967	162 Er Érbio 167,259	163 Ho Hólio 164,930	164 Tm Tulio 168,930	165 Yb Ítrio 173,054	166 Lu Lutécio 174,967
101 Md Mendelevio 288	102 No Néobólrio 289	103 Lr Lawrencio 260	104 Fm Fermio 257	105 Md Mendelevio 288	106 Lv Livermório 293	107 Ts Tenessíno 289	108 Og Oganesson 284	109 Nh Nihônio 286	110 Fl Fleróvio 289
111 Rg Roentgenio 272	112 Cn Copernício 285	113 Nh Nihônio 286	114 Fl Fleróvio 289	115 Mc Moscóvio 288	116 Lv Livermório 293	117 Ts Tenessíno 289	118 Og Oganesson 284	119 Uuq Unquívio 283	120 Uuq Unquívio 282
121 Uuq Unquívio 281	122 Uuq Unquívio 280	123 Uuq Unquívio 279	124 Uuq Unquívio 278	125 Uuq Unquívio 277	126 Uuq Unquívio 276	127 Uuq Unquívio 275	128 Uuq Unquívio 274	129 Uuq Unquívio 273	130 Uuq Unquívio 272

Fonte: Autor (2022)

Figura 14 - Tabela Periódica acessível para o estudo das densidades

Menor Densidade Atômica										Maior Densidade Atômica									
☑										☑									
1 H 1.008 Hidrogênio			3 Li 6.941 Lítio		4 Be 9.012 Berílio												2 He 4.003 Hélio		
9 F 18.998 Fluoreto			11 Na 22.990 Sódio		12 Mg 24.305 Magnésio												10 Ne 20.180 Neônio		
17 Cl 35.453 Cloro			19 K 39.098 Potássio		20 Ca 40.078 Cálcio												18 Ar 39.948 Argônio		
35 Br 79.904 Bromo			37 Rb 85.468 Rubídio		38 Sr 87.62 Estrôncio												36 Kr 83.798 Criptônio		
53 I 126.905 Iodo			55 Cs 132.905 Césio		56 Ba 137.327 Bário												54 Xe 131.29 Xenônio		
85 At 210 Astato			87 Fr 223 Francio		88 Ra 226 Rádio												86 Rn 222 Radônio		
107 Ts 210 Tenésio			109 Mt 210 Moscóvio		110 Ds 211 Darmstádio												108 Og 211 Oganessônio		
15 P 30.974 Fósforo			33 Mn 54.938 Manganês		34 Cr 51.996 Cromo												7 N 14.007 Nitrogênio		
33 As 74.922 Arsênio			41 Nb 92.906 Níbio		42 Mo 95.94 Molibdênio												31 Ga 69.723 Gálio		
51 Sb 121.757 Antimônio			49 In 76.64 Índio		50 Sn 118.710 Estanho												49 Au 196.967 Ouro		
83 Bi 208.980 Bismuto			81 Tl 204.38 Telúrio		82 Pb 207.2 Chumbo												81 Tl 204.38 Telúrio		
101 Md 288 Moscóvio			109 Mt 277 Moscóvio		110 Ds 285 Darmstádio												101 Md 288 Moscóvio		
103 Nh 285 Nihônio			111 Rg 286 Roentgenio		112 Cn 285 Copernício												103 Nh 285 Nihônio		
59 Pr 140.908 Praseodímio			67 Ho 164.930 Hólio		68 Er 167.259 Érbio												59 Pr 140.908 Praseodímio		
89 Ac 227 Actínio			87 Ho 164.930 Hólio		88 Er 167.259 Érbio												87 Ho 164.930 Hólio		
91 Pa 231 Protactínio			89 Tm 168.933 Terbório		90 Yb 173.054 Ítrio												89 Tm 168.933 Terbório		
93 Am 243 Americônio			91 Tm 168.933 Terbório		92 Yb 173.054 Ítrio												91 Tm 168.933 Terbório		
95 U 238 Urânio			93 Lu 174.967 Lutécio		94 Hf 178.49 Hafnício												93 Lu 174.967 Lutécio		
97 Bk 247 Berkelímio			95 Lu 174.967 Lutécio		96 Ta 180.948 Tântalo												95 Lu 174.967 Lutécio		
99 Cf 251 Califórnia			97 Lu 174.967 Lutécio		98 W 183.84 Volfrâmio												97 Lu 174.967 Lutécio		
101 Es 252 Einsteinium			99 Lu 174.967 Lutécio		100 Os 190.23 Osmídio												99 Lu 174.967 Lutécio		
103 Fm 257 Fermíum			101 Lu 174.967 Lutécio		102 Pt 195.084 Platina												101 Lu 174.967 Lutécio		
105 Lr 260 Lawrencio			103 Lu 174.967 Lutécio		104 Au 196.967 Ouro												103 Lu 174.967 Lutécio		
107 Nh 285 Nihônio			105 Lu 174.967 Lutécio		106 Hg 200.59 Mercúrio												105 Lu 174.967 Lutécio		
109 Mt 288 Moscóvio			107 Lu 174.967 Lutécio		108 Tl 204.38 Telúrio												107 Lu 174.967 Lutécio		
111 Rg 291 Roentgenio			109 Lu 174.967 Lutécio		110 Pb 207.2 Chumbo												109 Lu 174.967 Lutécio		
113 Nh 294 Nihônio			111 Lu 174.967 Lutécio		112 Bi 208.98 Bismuto												111 Lu 174.967 Lutécio		
115 Nh 294 Nihônio			113 Lu 174.967 Lutécio		114 Po 209 Polônio												113 Lu 174.967 Lutécio		
117 Ts 294 Tenésio			115 Lu 174.967 Lutécio		116 At 210 Astato												115 Lu 174.967 Lutécio		
119 Og 294 Oganessônio			117 Lu 174.967 Lutécio		118 Rn 222 Radônio												117 Lu 174.967 Lutécio		
121 Nh 294 Nihônio			119 Lu 174.967 Lutécio		120 Fr 223 Francio												119 Lu 174.967 Lutécio		
123 Nh 294 Nihônio			121 Lu 174.967 Lutécio		122 Ra 226 Rádio												121 Lu 174.967 Lutécio		
125 Nh 294 Nihônio			123 Lu 174.967 Lutécio		124 Ac 227 Actínio												123 Lu 174.967 Lutécio		
127 Nh 294 Nihônio			125 Lu 174.967 Lutécio		126 Th 232 Tório												125 Lu 174.967 Lutécio		
129 Nh 294 Nihônio			127 Lu 174.967 Lutécio		128 Pa 231 Protactínio												127 Lu 174.967 Lutécio		
131 Nh 294 Nihônio			129 Lu 174.967 Lutécio		130 U 238 Urânio												129 Lu 174.967 Lutécio		
133 Nh 294 Nihônio			131 Lu 174.967 Lutécio		132 Np 237 Neptúncio												131 Lu 174.967 Lutécio		
135 Nh 294 Nihônio			133 Lu 174.967 Lutécio		134 Pu 244 Plutônio												133 Lu 174.967 Lutécio		
137 Nh 294 Nihônio			135 Lu 174.967 Lutécio		136 Am 243 Americônio												135 Lu 174.967 Lutécio		
139 Nh 294 Nihônio			137 Lu 174.967 Lutécio		138 Cm 247 Curvônio												137 Lu 174.967 Lutécio		
141 Nh 294 Nihônio			139 Lu 174.967 Lutécio		140 Bk 247 Berkelímio												139 Lu 174.967 Lutécio		
143 Nh 294 Nihônio			141 Lu 174.967 Lutécio		142 Cf 251 Califórnia												141 Lu 174.967 Lutécio		
145 Nh 294 Nihônio			143 Lu 174.967 Lutécio		144 Es 252 Einsteinium												143 Lu 174.967 Lutécio		
147 Nh 294 Nihônio			145 Lu 174.967 Lutécio		146 Fm 257 Fermíum												145 Lu 174.967 Lutécio		
149 Nh 294 Nihônio			147 Lu 174.967 Lutécio		148 Md 288 Moscóvio												147 Lu 174.967 Lutécio		
151 Nh 294 Nihônio			149 Lu 174.967 Lutécio		150 Tm 168.933 Terbório												149 Lu 174.967 Lutécio		
153 Nh 294 Nihônio			151 Lu 174.967 Lutécio		152 Yb 173.054 Ítrio												151 Lu 174.967 Lutécio		
155 Nh 294 Nihônio			153 Lu 174.967 Lutécio		154 Lu 174.967 Lutécio												153 Lu 174.967 Lutécio		

Fonte: Autor (2022)

5.3 Avaliação da Tabela Periódica acessível

O segundo questionário virtual aplicado foi, igualmente, enviado via *WhatsApp*®, sendo recebido por 81 integrantes do grupo D.A. A taxa de respostas obtidas foi, no entanto, reduzida, quando comparada à etapa anterior, totalizando 11 participações, todas provenientes de pessoas com daltonismo que já haviam concluído o Ensino Médio.

Dos fatores que podem ter interferido na menor participação nessa etapa da pesquisa, destacam-se: i) o menor número de pessoas que receberam o questionário, que reduz a quantidade de participantes em potencial; ii) a maior complexidade das questões levantadas, que pode ter afastado parte dos sujeitos alcançados.

5.2.1 Manipulação das tabelas pelos sujeitos

A primeira seção do questionário de avaliação da Tabela Periódica acessível reuniu questões que exigiam dos sujeitos a manipulação das tabelas produzidas e previamente disponibilizadas. Aqui, avaliou-se a taxa de acertos das questões, o que se apresenta como primeiro indício da aplicabilidade das tabelas. As questões levantadas e suas referentes taxas de acertos estão dispostas no Quadro 8.

Quadro 8 - Quantidade de acertos por questão

Questão	Enunciado	Número de Acertos
1	A respeito dos elementos classificados como Metais Alcalinos, qual dos símbolos abaixo não representa um elemento dessa classe?	11
2	A respeito dos elementos classificados como Metais de Transição, qual dos símbolos abaixo não representa um elemento dessa classe?	9
3	A respeito dos elementos classificados como Não Metais, qual dos símbolos abaixo não representa um elemento dessa classe?	11
4	Qual dos símbolos abaixo representa o elemento de maior Raio Atômico entre os listados?	8
5	Qual dos símbolos abaixo representa o elemento de menor Eletronegatividade entre os listados?	6
6	Qual dos símbolos abaixo representa o elemento de maior Densidade entre os listados?	7

Fonte: Autor (2022)

Percebe-se que, em toda a primeira seção do questionário, pelo menos metade dos participantes obtiveram êxito ao responder às perguntas, fato que pode ser compreendido como positivo no que diz respeito a usabilidade das tabelas. Principalmente quando se nota que apenas na questão 5 se obteve menos de sete acertos. Das questões em que aparecem erros, cita-se a 2 devido à possibilidade de que o enunciado tenha sido mal compreendido, já que a mínima falta de atenção pode transformar o enunciado “qual dos símbolos abaixo não representa um elemento dessa classe?” em “qual dos símbolos abaixo representa um elemento dessa classe?”.

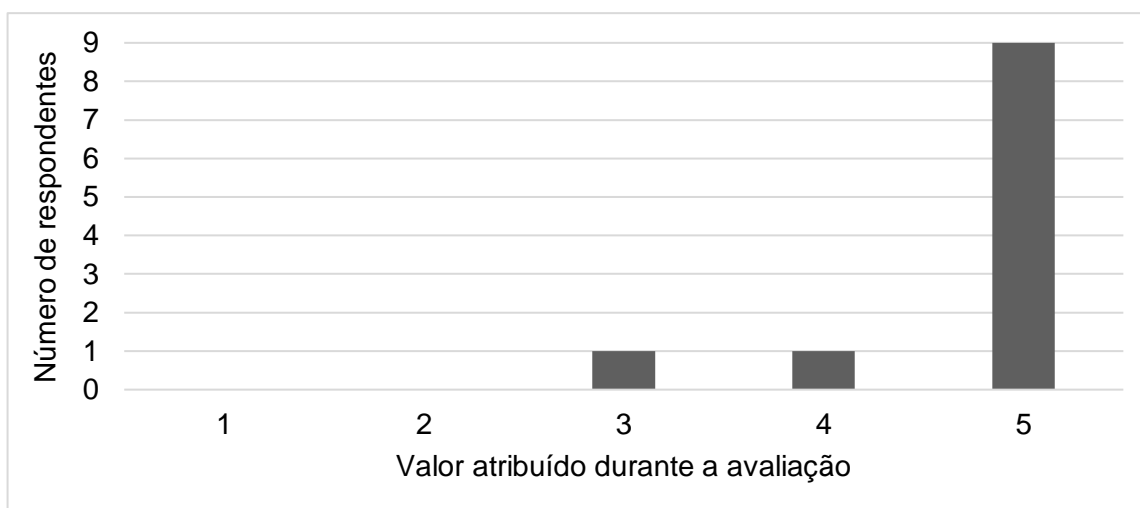
As questões 4 e 5 exigiam, ambas, o uso da Tabela de Propriedades, porém, percebe-se que não houve igual eficiência na manipulação desta quando propriedades inversas foram avaliadas. Ainda, a questão 6 apresentou quatro erros, os quais, somados ao dito anteriormente, podem apontar para uma necessidade de que a legenda das tabelas sejam mais claras ao informar como se dá a variação das propriedades através das cores.

5.2.2 Avaliação das tabelas pelos sujeitos

A segunda seção do questionário foi elaborada para que os participantes pudessem avaliar as tabelas após terem realizado a manipulação do material ao longo da seção anterior. Nesse processo, avaliou-se, primeiramente, a clareza das informações que foram apresentadas e a qualidade da paleta de cores montada através de três questões, as quais são discutidas a seguir.

A primeira questão solicitou que os sujeitos avaliassem, com um valor de 1 a 5, sendo que 1 representa total discordância e 5 total concordância, a clareza com que as informações estão apresentadas nas tabelas. Obteve-se, assim, retornos positivos: nove dos participantes avaliaram a clareza das informações com o valor máximo, enquanto outros dois atribuíram os valores 3 e 4, conforme evidenciado na Figura 15.

Figura 15 - Avaliações obtidas para a clareza das informações



Fonte: Autor (2022)

Ao verificar os valores atribuídos pelos sujeitos para a clareza das informações, percebe-se uma avaliação média com valor de 4,7. Portanto, pode-se afirmar que as informações foram apresentadas de forma eficiente, já que a avaliação geral se aproxima do valor máximo proposto. Os dois sujeitos que avaliaram a clareza das informações com valor 3 e 4 justificaram suas opiniões através dos comentários integralmente apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 - Comentários a respeito da clareza das informações

Valor atribuído	Comentário
4	Eu gostei dos símbolos tive dificuldade na segunda tabela, mas consegui.
3	As cores continuam idênticas umas as outras já os símbolos ajudam muito. Mudar as cores mesmo com símbolos seria bom também.

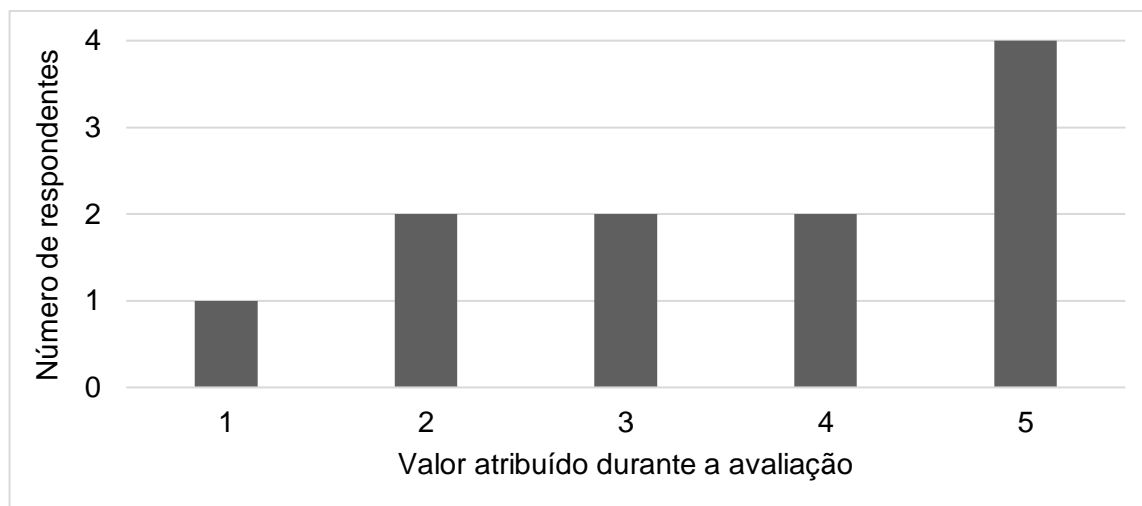
Fonte: Autor (2022)

A partir dos comentários enviados pelos sujeitos para a avaliação da clareza das informações, percebe-se que houve boa aceitação dos símbolos, mas, também, alguma dificuldade que permanece pelo uso das cores. Dificuldade que pode ser consequência da pouca habitualidade com a leitura do código *ColorADD*, o que pode produzir uma tendência à interpretação direta das cores.

A segunda questão solicitou que os sujeitos avaliassem a qualidade do contraste entre as cores de fundo e das informações gráficas e textuais apresentadas

através de uma escala de cinco pontos idêntica à da questão anterior. Aqui os retornos foram variados (Figura 16), ainda assim, mais de 50% das avaliações foram positivas, indicando um contraste aceitável.

Figura 16 - Avaliações obtidas para o contraste



Fonte: Autor (2022)

O valor médio da avaliação do contraste é igual a 3,5. Valor que indica a existência de alguma dificuldade por parte dos sujeitos referente ao contraste das cores utilizadas, no entanto ela não pode ser bem verificada, pois apenas um dos sujeitos complementou sua avaliação com um comentário (Quadro 10). Ainda assim, o valor médio está mais próximo do valor máximo proposto que do valor mínimo, podendo ser compreendido como um retorno razoavelmente positivo.

Quadro 10 - Comentários a respeito da qualidade do contraste

Valor atribuído	Comentário
2	As cores para mim foi ruim muito parecidas eu tentei ao máximo seguir o símbolo para responder, poderia não ter cor sei lá.

Fonte: Autor (2022)

Ademais, acredita-se que a construção da frase utilizada para a segunda questão pode ter gerado ambiguidade, pois, apesar das intenções de avaliar o contraste entre a cor de fundo e a cor das informações apresentadas, tem-se a impressão de que alguns sujeitos atribuíram valores no intuito de avaliar a diferença entre as cores utilizadas para classificar os elementos.

A terceira questão apresentada foi: “Quanto às cores utilizadas para a construção das tabelas. Você acredita ser capaz de distingui-las caso os códigos do sistema *ColorAdd* não fossem utilizados?”. Através das respostas obtidas, percebe-se que a paleta construída não é totalmente eficiente, pois nenhum sujeito foi capaz de diferenciar a totalidade das cores utilizadas sem o auxílio do sistema de códigos. Ao mesmo tempo, apenas um dos sujeitos apontou não ter sido capaz de diferenciar nenhuma das cores. Portanto, infere-se que a inclusão ocorre eficientemente quando as ferramentas disponíveis são unificadas, já que, na ausência do código *ColorADD*, a paleta construída não seria suficiente para a correta compreensão das informações. O fato da paleta de cores apresentar falhas pode ser consequência da não verificação de conflitos, através do simulador de daltonismo, entre as cores adicionais com as cores inicialmente selecionadas.

Por fim, duas outras questões foram apresentadas: 4) Quanto às dificuldades que possam ter surgido durante a resolução do questionário. Você acredita que elas tenham sido causadas mais por conta da sua pouca familiaridade com a Tabela Periódica ou por conta de uma possível ineficiência da Tabela Periódica Acessível? e 5) Você acredita que uma tabela semelhante às apresentadas teria sido útil durante o seu período no Ensino Médio?

A quarta questão permitiu concluir que as principais dificuldades apresentadas pelos sujeitos que participaram da pesquisa durante a manipulação das tabelas ao longo da seção 1 surgiram, principalmente, pela pouca familiaridade deles com a Tabela Periódica. Conclusão que pode ser feita a partir do fato de que apenas dois dos participantes apontaram as tabelas construídas como ineficientes. Há, no entanto, dois fatos a serem considerados: i) um dos sujeitos que apontou a tabela acessível como ineficiente acertou todas as questões da seção 1, nas quais precisou manipular o material para buscar as respostas; ii) nenhum dos sujeitos que afirmou que o material é ineficiente complementou sua avaliação com algum comentário. Portanto, as conclusões que surgem a respeito dos aspectos passíveis de aprimoramento no material construído estão baseadas nas questões anteriores e indicam que a paleta de cores pode ser modificada a fim de se obter uma paleta mais acessível e que a legenda das tabelas pode se tornar mais clara.

A última questão permitiu confirmar que, apesar de imperfeito, o material produzido alcança seu objetivo maior de permitir aos daltônicos uma leitura mais

efetiva da Tabela Periódica. Todas as respostas foram integralmente reunidas no Quadro 11.

Quadro 11 - Respostas para a questão 5 sobre a utilidade das tabelas

Sujeito	Resposta
1	Sim!
2	Sim muito! Tive algumas dificuldades com química... e essa tabela ajudou muito!
3	Sim, normal eu ia muito pelo que estava escrito nunca consegui seguir por cor.
4	Bastante útil, até na faculdade em que atualmente utilizo tabelas periódicas não acessíveis.
5	Muito!
6	Sim.
7	Com certeza sim!
8	Muuuuito! Com certeza!
9	Sim, teria sido útil
10	Sim!
11	Indiscutivelmente

Fonte: Autor (2022).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o período de construção do referencial teórico, evidenciou-se a pouca presença do tema abordado nesse trabalho na literatura científica, fato que representa uma problemática ao ensino inclusivo: o daltonismo, apesar de bastante frequente na população brasileira, não está em debate. Assim, percebe-se um cenário de inclusão ineficaz, pois a educação inclusiva se desenvolve, na maior parte do tempo, sem considerar os sujeitos com discromatopsia. Nesse sentido, acredita-se que o trabalho desenvolvido pelo autor surge como uma alternativa para que indivíduos daltônicos recebam maior visibilidade.

Ao entrar em contato direto com os sujeitos da pesquisa, foi possível estabelecer com clareza as dificuldades mais comuns impostas pelo daltonismo ao aprendizado em Química. Destacam-se os problemas relacionados às atividades experimentais evidenciadas pela mudança de cor, que indicam a necessidade de metodologias cooperativas para que o daltônico não seja excluído. Ainda, enfatiza-se a frequente dificuldade encontrada por esses sujeitos para interpretar as informações de materiais didáticos inacessíveis, que sugere a necessidade de novas práticas durante a elaboração de gráficos, tabelas e demais materiais que venham a usar a cor como princípio de comunicação. O material didático, enquanto ferramenta fundamental para o processo de ensino e aprendizagem, precisa ser acessível para todos os estudantes.

Buscando tornar acessível um dos pilares da Química, construiu-se um conjunto de Tabelas Periódicas através de uma sequência metodológica que implicou no estabelecimento de uma paleta de cores apropriada e na organização de um *layout* que permitisse organizar as informações com clareza, à medida que não se afastava do modelo já estabelecido para a representação da Tabela Periódica. Surgem, assim, três tabelas acessíveis aplicáveis para diferentes contextos: uma representação da tabela que classifica os elementos por grupos de acordo com suas propriedades; uma representação alternativa da tabela, na qual os elementos são classificados de acordo com a grandeza de suas propriedades; e, ainda, outra representação específica para a verificação das densidades dos elementos.

Acredita-se que as ferramentas utilizadas durante a elaboração da paleta de cores permitiram a escolha de cores passíveis de diferenciação em algum grau por

parte dos indivíduos daltônicos, no entanto a eficiência do processo não foi ótima, já que algumas permaneceram indistinguíveis para os sujeitos da pesquisa. Assim, a acessibilidade só foi alcançada a partir da união dessa paleta e da representação gráfica das cores estabelecida por meio do código *ColorADD*. O *layout* definido, por sua vez, permitiu a correta distribuição das informações necessárias, o que, junto de um contraste bem definido, não impôs barreiras para a interpretação do material.

Entende-se que o trabalho desenvolvido é apenas o passo inicial de uma caminhada longa que exige dedicação e esforço coletivo para que a educação inclusiva se torne cada vez mais eficiente. Em especial aos sujeitos com discromatopsia, espera-se que as discussões levantadas sejam ferramenta de visibilidade, trazendo o daltonismo para o alcance das futuras pesquisas e debates a serem realizados no âmbito do ensino e da inclusão.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. et al. **Inorganic Chemistry**. 5. ed. Nov Iorque: W. H. Freeman and Company, 2010. 851 p.

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000, 212 p.

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

BRASIL. **Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004**. Regulamenta as Leis nºs 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 2004.

BRASIL. **Lei Nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência. Brasília: Estatuto da Pessoa com Deficiência, 2015.

BRASIL. **Resolução nº 2, de 11 de setembro de 2001**. Institui diretrizes nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. Brasília: MEC, 2001.

BRASIL. **Resolução nº 4, de 2 de outubro de 2009**. Institui diretrizes operacionais para o atendimento educacional especializado na educação básica, modalidade educação especial. Brasília: MEC, 2009.

BRUNI, L. F; CRUZ, A. A. V. Sentido cromático: tipos de defeitos e testes de avaliação clínica. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, Ribeirão Preto, v. 69, n. 5, p. 766-775, fev. 2006.

CALHAVA, M. M. Primeiros pensares sobre educação especial. In: LUIZ, J. M; MOTA, R. S. **Possibilidades de inclusão, desconstruindo as barreiras do daltonismo**. 1. ed. Jundiaí: Paco Editorial, 2020. Cap. 2, p. 19-46.

CANEN, A; MOREIRA, A. F. B. Reflexões sobre o multiculturalismo na escola e na formação docente. **Educação em Debate**, Fortaleza, v. 2, n. 38, p. 12-23, 1999.

CÉSAR, E. T; REIS, R. C; ALIANE, C. S. M. Tabela periódica interativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 180-186, ago. 2015.

CRAVEIRO, A. C. **Química Geral e Orgânica**. 3. ed. Fortaleza: UECE, 2013. 191 p.

EICHLER, M; DEL PINO, J. C. Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 6, p. 835-840, fev. 2000.

FARINA, M; PEREZ, C; BASTOS, D. **Psicodinâmica das Cores em Comunicação**. 5. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2006. 189 p.

FERREIRA, L. H; CORREA, K. C. S; DUTRA, J. L. Análise das estratégias de ensino utilizadas para o ensino da Tabela Periódica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 349-359, nov. 2016.

FILHO, P. C. S; GALAÇO, A. R. B. S; SERRA, O. A. Terras Raras: Tabela Periódica, descobrimento, exploração no Brasil e aplicações. **Química Nova**, São Paulo, vol. 42, n. 10, p. 1208-1224, 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 80. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019. 256 p.

FOWLER JR., F. J; **Pesquisa de Levantamento**. 4. ed. Porto Alegre: Penso, 2011. 232 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002. 175 p.

GÜNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão?. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 201-210, ago. 2006.

ISHIHARA, S. **The series of plates designed as a test for colour-blindness**. Tóquio: Kanehara Shuppan, 1972. 34 p.

IUPAC. **Nomenclature of inorganic chemistry: IUPAC recommendations 2005**. Cambridge: RSC Publishing, 2005. 377 p.

IUPAC. **Periodic Table of elements**. International Union of Pure and Applied Chemistry, 2022. Disponível em: <<https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>>. Acesso em: 25 jul. 2022.

LABARCA, M; BEJARANO, N. R. R; EICHLER, M. L. Química e Filosofia: rumo a uma frutífera colaboração. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 8, p. 1256-1266, 2013.

LEACH, M. R. **The chemogenesis web book**. Meta-Synthesis, Manchester, 2021. Disponível em: <<https://www.meta-synthesis.com/webbook.php>>. Acesso em: 07 mar. 2022.

LIMA, A. C. **Brinquedo e jogo interativo, com foco no incentivo a aprendizagem do sistema de identificação das cores pra daltônicos - Color ADD**. 2015. 103 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Design) - Centro de Ciências Aplicadas e Educação, Universidade Federal da Paraíba, Rio Tinto, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/17011/1/ACL15122015.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2022.

MACHADO, R. Educação inclusiva: revisar e refazer a cultura escolar. In: MANTOAN, M. T. E. **O desafio das diferenças nas escolas**. 4. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2011. Cap. 6, p. 69-75.

MANTOAN, M. T. E. Inclusão escolar: caminhos, descaminhos, desafios, perspectivas. In: MANTOAN, M. T. E. **O desafio das diferenças nas escolas**. 4. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2011. Cap. 2, p. 29-41.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2003. 50 p.

MEHLECKE, C. M. et al. A abordagem histórica acerca da produção e da recepção da Tabela Periódica em livros didáticos brasileiros para o ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 521-545, 2012.

MELO, D. G; GALON, J. E. V; FONTANELLA, B. J. B. Os “daltônicos” e suas dificuldades: condição negligenciada no Brasil?. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 4, p. 1229-1253, set. 2014.

MELO FILHO, J. M; FARIA, R. B. 120 anos da classificação periódica dos elementos. **Química Nova**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 53-58, 1990.

MELO, D. C. F; PEROVANO, L. P; RIMOLO, A. D. S. Desenvolvimento de recursos didáticos para alunos com deficiência visual: aspectos teóricos e práticos. In: PEROVANO, L. P; MELO, D. C. F. **Práticas inclusivas: saberes, estratégias e recursos didáticos**. 2. ed. Campos dos Goyatacazes: Encontrografia, 2020. Cap. 7, p. 108-123.

MINAYO, M. C. S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21. ed. Petrópolis: Editora Vozes, p 9- 30, 2002.

MÓL, G. S; DUTRA, A. A. Construindo materiais didáticos acessíveis para o ensino de Ciências. In: PEROVANO, L. P; MELO, D. C. F. **Práticas inclusivas: saberes, estratégias e recursos didáticos**. 2. ed. Campos dos Goyatacazes: Encontrografia, 2020. Cap. 1, p. 14-35.

MOURA, Marcello. **Detetive das cores**: aplicativo para identificação e assimilação das cores para crianças daltônicas. 2019. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Comunicação Visual - Design) - Escola de Belas Artes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/11058>>. Acesso em: 23 fev. 2022.

MORIJO, D. K. S; MARCELINO, V. O; MANSANO, N. S. Daltonismo e as diferentes percepções de cores. **Revista Eletrônica de Graduação do UNIVEM**, Marília, v. 10, n.1, p. 433-439, out. 2017. Disponível em: <<https://revista.univem.edu.br/REGRAD/article/view/3315>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

NEIVA, M. ColorADD, o alfabeto das cores. **ColorADD**, 2022. Disponível em: <<https://www.coloradd.net/pt/>>. Acesso em: 30 mar. 2022.

OLIVEIRA, L. H.. **Exemplo de cálculo de Ranking Médio para Likert. Notas de Aula. Metodologia Científica e Técnicas de Pesquisa em Administração.** 2005. Dissertação (Mestrado em Adm. e Desenvolvimento Organizacional) - PPGA CNEC, Faculdade Cenecista de Varginha, Varginha, 2005.

PEREIRA, T. **Guia de acessibilidade cromática para daltonismo: princípios para profissionais da indústria criativa.** Santa Maria, 2021. 31 p. Disponível em: < <https://thiovane.com.br/guia-daltonismo/>>. Acesso em: 21 fev. 2022.

ROMANO, C. G. et al. Perfil químico: um jogo para o ensino da tabela periódica. **Revista Virtual de Química**, Bauru, v. 9, n. 3, p. 1235-1244, jun. 2017.

SCHMIDBAUR, H; SCHIER, A. π -Complexation of Post-Transition Metals by Neutral Aromatic Hydrocarbons: The Road from Observations in the 19th Century to New Aspects of Supramolecular Chemistry. **Organometallics**, v. 27, n. 11, p. 2361-2395, 2008.

SCHNEID, F. H. Daltonismo: sob o olhar da optometria. In: LUIZ, J. M; MOTA, R. S. **Possibilidades de inclusão, desconstruindo as barreiras do daltonismo.** 1. ed. Jundiaí: Paco Editorial, 2020. Cap. 1, p. 10-18.

SILVEIRA, J. O. Daltonismo e escola: reflexões a partir da racionalidade inclusiva. In: LUIZ, J. M; MOTA, R. S. **Possibilidades de inclusão, desconstruindo as barreiras do daltonismo.** 1. ed. Jundiaí: Paco Editorial, 2020. Cap. 3, p. 46-57.

TESSELER, F. A. Aventuras compartilhadas: memórias vividas de saber-se daltônico. In: LUIZ, J. M; MOTA, R. S. **Possibilidades de inclusão, desconstruindo as barreiras do daltonismo.** 1. ed. Jundiaí: Paco Editorial, 2020. Cap. 7, p. 113-123.

TOLENTINO, M; ROCHA-FILHO, R. C; CHAGAS, A. P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 103-117, 1997.

TRASSI, R. C. M. et al. Tabela periódica interativa: “um estímulo à compreensão”. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 6, p. 1335-1339, 2001.

VIANNA, N. S; CICUTO, C. A. T; PAZINATO, M. S. Tabela Periódica: concepções de estudantes ao longo do ensino médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 386-393, nov. 2019.

WALSH, A. et al. Stereochemistry of post-transition metal oxides: revision of the classical lone pair model. **Chemical Society Reviews**, vol. 40, n. 9, p. 4441-4876, 2011.

APÊNDICE A - Questionário aplicado durante o levantamento de dados.

Termo de Consentimento

Você está convidado(a) a participar voluntariamente do projeto de pesquisa intitulado "A construção de um material didático inclusivo para o Ensino de Química para estudantes daltônicos". Este se refere ao Trabalho de Conclusão de Curso do acadêmico Pedro Soares Vasconcellos do curso de Licenciatura em Química da UFRGS. Dúvidas a respeito da pesquisa poderão ser sanadas através do contato com os pesquisadores: Prof. Dr. Maurício Selvero Pazinato (orientador) e Pedro Soares Vasconcellos, através dos e-mails: mauricius.pazinato@ufrgs.br e pedro.vasconcellos@ufrgs.br.

Você terá:

1. A garantia de que não será identificado.
2. A segurança de que esta pesquisa não causará nenhum tipo de risco, ou mesmo constrangimento moral e/ou ético.
3. A garantia de que todo o material coletado será usado exclusivamente para a construção da pesquisa, permanecendo sob a guarda dos pesquisadores.
5. A segurança de que as informações serão utilizadas unicamente para fins acadêmicos e publicadas em trabalhos de eventos e/ou artigos científicos.

1. Tendo ciência do exposto acima, caso deseje participar da referida pesquisa, marque a opção abaixo: *

Marcar apenas uma oval.

Estou ciente dos termos e aceito participar.

2. Para traçarmos o perfil dos participantes, precisamos saber: qual a sua idade? *

3. Você já cursou o Ensino Médio? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Estou cursando

Não

4. Se você ainda estiver cursando o Ensino Médio, indique a série:

Marcar apenas uma oval.

1° Ano

2° Ano

3° Ano

5. Sobre o estudo da Química no Ensino Médio: aponte os conteúdos em que o Daltonismo mais lhe causa/causava dificuldades (você pode marcar mais de uma opção). *

Marque todas que se aplicam.

Acidez e Basicidade

Atomística

Eletroquímica

Equilíbrio Químico

Funções Orgânicas

Isomeria

Ligações Químicas

pH e pOH

Propriedades da Matéria

Reações Químicas

Tabela Periódica

Outro: _____

6. Sobre o estudo da Química no Ensino Médio: descreva as atividades em que o Daltonismo mais lhe causa/causava dificuldades (ex: experimentos em laboratório, leitura do livro didático, etc). *

7. Sugira ferramentas e ações que, na sua opinião, seriam úteis para contornar as dificuldades que você experimenta/experimentou por conta do Daltonismo durante o estudo da Química em seu Ensino Médio. *

APÊNDICE B - Questionário aplicado durante a avaliação da Tabela Periódica.

Termo de Consentimento

Você está convidado(a) a participar voluntariamente do projeto de pesquisa intitulado "A construção de uma Tabela Periódica acessível aos estudantes daltônicos". Este se refere ao Trabalho de Conclusão de Curso do acadêmico Pedro Soares Vasconcellos do curso de Licenciatura em Química da UFRGS.

Dúvidas a respeito da pesquisa poderão ser sanadas através do contato com os pesquisadores: Prof. Dr. Maurícius Selvero Pazinato (orientador) e Pedro Soares Vasconcellos, através dos e-mails: mauricius.pazinato@ufrgs.br e pedro.vasconcellos@ufrgs.br.

Você terá:

1. A garantia de que não será identificado.
2. A segurança de que esta pesquisa não causará nenhum tipo de risco, ou mesmo constrangimento moral e/ou ético.
3. A garantia de que todo o material coletado será usado exclusivamente para a construção da pesquisa, permanecendo sob a guarda dos pesquisadores.
5. A segurança de que as informações serão utilizadas unicamente para fins acadêmicos e publicadas em trabalhos de eventos e/ou artigos científicos.

1. Tendo ciência do exposto acima, caso deseje participar da referida pesquisa, marque a opção abaixo: *

Marcar apenas uma oval.

Estou ciente dos termos e aceito participar.

Classificação
dos elementos
químicos

Nessa seção, serão feitas algumas questões a respeito da classificação dos elementos.

Não são necessários conhecimentos químicos para respondê-los, basta utilizar as tabelas disponibilizadas acima.

2. A respeito dos elementos classificados como Metais Alcalinos, qual dos símbolos abaixo não representa um elemento dessa classe? *

Marcar apenas uma oval.

Li

O

Na

3. A respeito dos elementos classificados como Metais de Transição, qual dos símbolos abaixo não representa um elemento dessa classe? *

Marcar apenas uma oval.

- Be
 Fe
 Au

4. A respeito dos elementos classificados como Não Metais, qual dos símbolos abaixo não representa um elemento dessa classe? *

Marcar apenas uma oval.

- O
 Si
 C

5. Qual dos símbolos abaixo representa o elemento de maior Raio Atômico entre os listados? *

Marcar apenas uma oval.

- H
 V
 Fr

6. Qual dos símbolos abaixo representa o elemento de menor Eletronegatividade entre os listados? *

Marcar apenas uma oval.

- F
 Ba
 Te

7. Qual dos símbolos abaixo representa o elemento de maior Densidade entre os listados? *

Marcar apenas uma oval.

- Na
 Os
 He

**Estrutura
das
tabelas**

Aqui, você responderá algumas questões breves com o intuito de avaliar a estrutura das tabelas apresentadas.

8. Avalie, com um valor de 1 a 5, a clareza com que as informações estão apresentadas nas tabelas. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito confusas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito claras

9. Caso queira, deixe sugestões para que possíveis novas versões das tabelas sejam mais eficientes quanto ao que foi avaliado na questão anterior.

10. Avalie, com valores de 1 a 5, a qualidade do contraste entre as cores de fundo e das informações gráficas e verbais apresentadas. *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Insuficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ótimo

11. Caso queira, deixe sugestões para que possíveis novas versões das tabelas sejam mais eficientes quanto ao que foi avaliado na questão anterior.

12. Quanto às cores utilizadas para a construção das tabelas. Você acredita ser capaz de distingui-las caso os códigos do sistema Color Add não fossem utilizados? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Apenas algumas cores
 Não

13. Caso queira, deixe sugestões para que possíveis novas versões das tabelas sejam mais eficientes quanto ao que foi avaliado na questão anterior.

14. Quanto às dificuldades que possam ter surgido durante a resolução do questionário. Você acredita que elas tenham sido causada mais por conta da sua pouca familiaridade com a Tabela Periódica ou por conta de uma possível ineficiência da Tabela Periódica Acessível? *

Marcar apenas uma oval.

- Pouca familiaridade com a Tabela Periódica
 Ineficiência da Tabela Periódica Acessível

15. Caso queira, deixe sugestões para que possíveis novas versões das tabelas sejam mais eficientes quanto ao que foi avaliado na questão anterior.

16. Você acredita que uma tabela semelhante às apresentadas teria sido útil durante o seu período no Ensino Médio? *

APÊNDICE C - *Website* construído para a avaliação da Tabela Periódica.

TABELA PERIÓDICA ACESSÍVEL

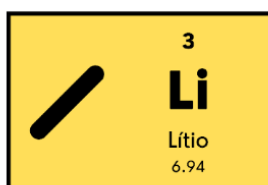
O *website* que você acabou de acessar faz parte do projeto de pesquisa "A construção de uma Tabela Periódica acessível aos estudantes daltônicos". O presente projeto surgiu a partir da intenção de dar visibilidade aos daltônicos no âmbito da Educação em Química. Assim, buscou-se construir três representações alternativas para a Tabela Periódica, as quais permitem o estudo dos elementos através das cores por parte de qualquer indivíduo, eliminando as barreiras comumente apresentadas através dessa estratégia.

Para tanto, a construção das tabelas se deu de forma que o sistema de representação das cores *Color Add* pudesse ser inserido como ferramenta acessível para a classificação dos elementos. O sistema permite a representação gráfica das cores, baseando-se na relação cor-símbolo abaixo:



Como usar as tabelas?

Cada tabela foi construída com um propósito específico, no entanto, todas elas apresentam as informações da mesma forma:



- O número localizado na parte superior indica o número atômico do elemento químico;
- O símbolo alfabético identifica o elemento químico;
- Abaixo do símbolo alfabético, apresenta-se o nome do elemento químico por extenso;
- O número localizado na parte inferior indica a massa atômica do elemento químico;
- A cor do fundo representa a classificação dada ao elemento;
- O símbolo gráfico descreve a cor do fundo através do sistema *Color Add*.

Representação Clássica

A Tabela Periódica é comumente representada com cores, as quais agrupam os elementos a partir de suas propriedades físico-químicas. Através desse agrupamento, surgem diversas classificações, entre as quais, as mais utilizadas, são: Metais Alcalinos, Metais Alcalinos Terrosos, Metais de Transição, Metais de Pós-Transição, Semimetais, Não Metais, Halogêneos e Gases Nobres.

A tabela abaixo pode ser utilizada para a identificação dos elementos pertencentes a cada uma das classes citadas:

Metais Alcalinos	Metais de Transição	Lantanídeos	Semimetais	Halogênios
Metais Alcalinos Terrosos	Metais de Pós-Transição	Actinídeos	Não Metais	Gases Nobres

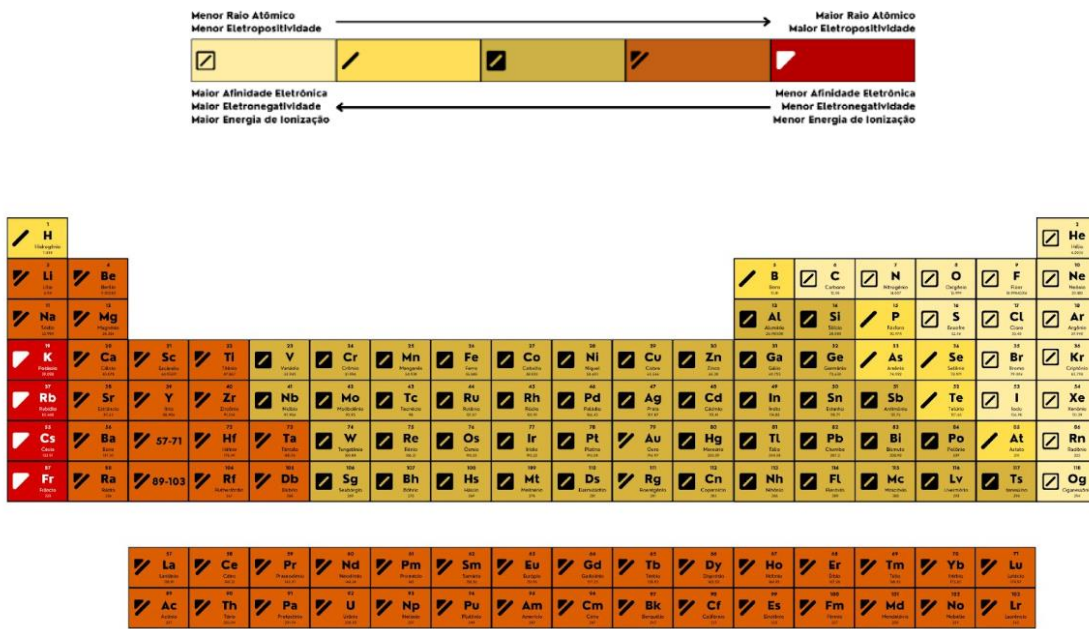
The image shows a color-coded periodic table. The main table is organized into rows and columns. The colors used are: yellow (Alkali Metals), red (Transition Metals), orange (Lanthanides and Actinides), blue (Non-metals), and light blue (Halogens and Noble Gases). The elements are labeled with their atomic number, symbol, and name. Below the main table, there are two rows of Lanthanides and Actinides, also color-coded.

Varição das Propriedades Periódicas

Através da Tabela Periódica, é possível, também, verificar a variação de algumas propriedades conhecidas como Propriedades Periódicas: Afinidade Eletrônica, Eletronegatividade*, Eletropositividade*, Energia de Ionização e Raio Atômico. Para isso, utilizar as cores como forma de representar a grandeza dessas propriedades pode auxiliar a visualização da variação dessas propriedades ao longo da tabela.

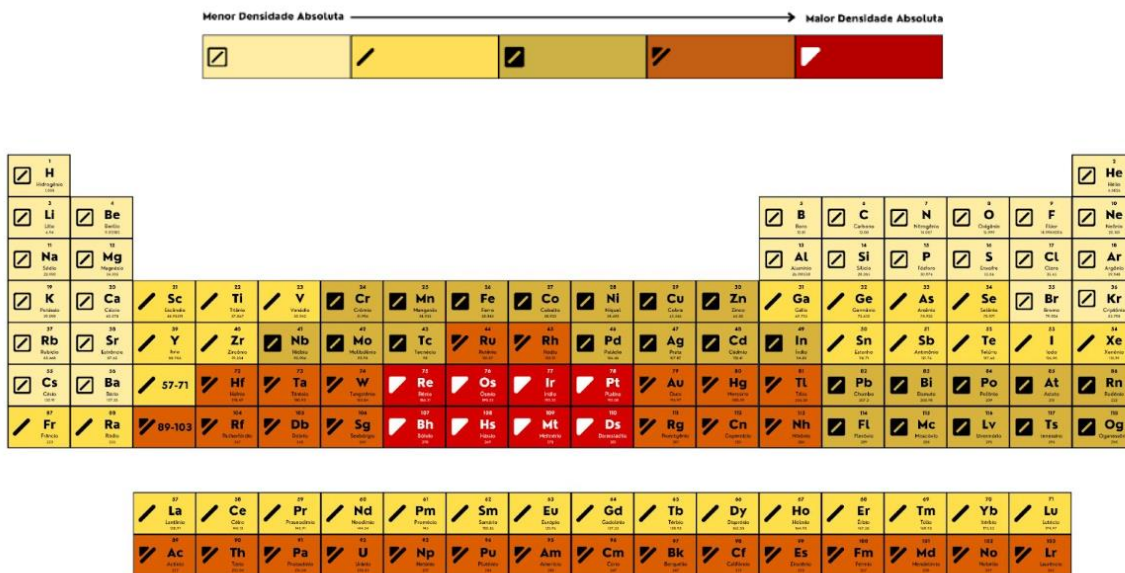
* Durante a análise da variação da eletronegatividade e da Eletropositividade, deve-se descartar a coluna referente aos Gases Nobre, pois esses são suficientemente estáveis e, portanto, apresentam valores nulos nessas propriedades.

A tabela abaixo pode ser utilizada para a verificação das variações das Propriedades Periódicas:



Varição das Densidades Absolutas

Outra propriedade que varia através da tabela é a Densidade, no entanto, sua variação é diferente em relação ao padrão encontrado nas propriedades acima. Por isso, essa variação exige uma representação distinta, a qual se apresenta na seguinte tabela:




Ajude o projeto respondendo ao questionário abaixo!

Após a montagem da Tabela Periódica Acessível e de suas representações alternativas, precisamos da sua ajuda para avaliar a qualidade do que foi produzido até aqui e, assim, futuramente, aprimorarmos o material. Com esse objetivo, você está convidado a responder um questionário composto de duas etapas:

- A primeira deve ser respondida com o auxílio das tabelas disponíveis acima e não exigem conhecimento químico a respeito dos conceitos abordados;
- A segunda deve ser respondida com base nas suas opiniões a respeito do material.

Desde já, agradecemos pela sua participação!!

Avaliação da Tabela Periódica Acessível

 pedrosoaresv97@gmail.com (não compartilhado)

[Alternar conta](#)



*Obrigatório

Termo de Consentimento

Você está convidado(a) a participar voluntariamente do projeto de pesquisa intitulado "A construção de uma Tabela Periódica acessível aos estudantes daltônicos". Este se refere ao Trabalho de Conclusão de Curso do acadêmico Pedro Soares Vasconcellos do curso de Licenciatura em Química da UFRGS.

Dúvidas a respeito da pesquisa poderão ser sanadas através do contato com os pesquisadores: Prof. Dr. Maurícus Selvero Pazinato (orientador) e Pedro Soares Vasconcellos, através dos e-mails: mauricius.pazinato@ufrgs.br e pedro.vasconcellos@ufrgs.br.

Você terá:

1. A garantia de que não será identificado.
2. A segurança de que esta pesquisa não causará nenhum tipo de risco, ou mesmo constrangimento moral e/ou ético.
3. A garantia de que todo o material coletado será usado exclusivamente para a construção da pesquisa, permanecendo sob a guarda dos pesquisadores.
5. A segurança de que as informações serão utilizadas unicamente para fins acadêmicos e publicadas em trabalhos de eventos e/ou artigos científicos.

Tendo ciência do exposto acima, caso deseje participar da referida pesquisa, * marque a opção abaixo:

Estou ciente dos termos e aceito participar.

Próxima

Limpar formulário