

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA

O DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DE UM APLICATIVO EDUCACIONAL NA
ABORDAGEM DO TEMA ESTRUTURA ATÔMICA EM TURMAS INCLUSIVAS DO
ENSINO BÁSICO

BRUNO DE ALMEIDA BASTOS

RIO DE JANEIRO-RJ

2022

BRUNO DE ALMEIDA BASTOS

O DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DE UM APLICATIVO EDUCACIONAL NA
ABORDAGEM DO TEMA ESTRUTURA ATÔMICA EM TURMAS INCLUSIVAS DO
ENSINO BÁSICO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Química.

Orientador:

Dr. Antonio Carlos de Oliveira Guerra

RIO DE JANEIRO

2022

CIP - Catalogação na Publicação

BB327o Bastos, Bruno de Almeida
d O desenvolvimento e utilização de um aplicativo educacional na abordagem do tema estrutura atômica em turmas inclusivas do ensino básico / Bruno de Almeida Bastos. -- Rio de Janeiro, 2022.
91 f.

Orientador: Antonio Carlos de Oliveira Guerra.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós Graduação em Ensino de Química, 2022.

1. Educação inclusiva. 2. Tecnologia. 3. Semiótica. 4. Ensino de Química. I. Guerra, Antonio Carlos de Oliveira, orient. II. Título.

BRUNO DE ALMEIDA BASTOS

O DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DE UM APLICATIVO EDUCACIONAL
NA ABORDAGEM DO TEMA ESTRUTURA ATÔMICA EM TURMAS
INCLUSIVAS DO ENSINO BÁSICO

Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Ensino
de Química da Universidade Federal do
Rio de Janeiro como requisito parcial de
obtenção de título Mestre em Ciências,
em Ensino de Química.

Aprovada em 30 de Maio de 2022.



Documento assinado digitalmente
Antonio Carlos de Oliveira Guerra
Data: 09/06/2022 12:45:51-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Antonio Carlos de Oliveira Guerra – UFRJ

Prof. Dr. Mauro Braga França – CPII



Documento assinado digitalmente
RODRIGO VOLCAN ALMEIDA
Data: 24/06/2022 16:59:38-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Rodrigo Volcan Almeida – UFRJ

À minha família, por acreditar e investir em mim. À minha esposa Luiza, uma das pessoas mais importantes da minha vida. Sem o seu incentivo, ajuda e esforço eu não teria chegado nem na metade de onde cheguei. Agradeço a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente, me apoiaram e não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio de Janeiro a qual considero minha segunda casa e me orgulho em ter feito parte, ao corpo docente que sempre se preocupou em oferecer o melhor para a nossa formação para que pudéssemos nos destacar em nossa profissão.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química (PEQui) e toda a equipe de professores do Instituto de Química da UFRJ por proporcionar momentos de aprendizagem e pelas contribuições para minha formação acadêmica, profissional e pessoal e pela confiança depositada em mim para o término deste trabalho.

Ao meu orientador e amigo Antonio Carlos de Oliveira Guerra, pela confiança que em mim depositou durante esse período conturbado que vivi, pela ajuda, dedicação e pelo incentivo, sem o qual, eu não teria conseguido.

Aos professores doutores Mauro Braga França e Rodrigo Volcan Almeida que gentilmente aceitaram o convite para compor a banca examinadora.

Aos meus pais, José e Avenina, meus irmãos, Cristiano e Cristiana, meus tios, Reinaldo e Alaide, meus afilhados, Caio e Giovanna, meus cunhados, Bruno e Regiane e à todos os meus familiares, que, de alguma forma, me acompanharam durante toda a jornada, me apoiando e me ajudando a superar os obstáculos.

À minha esposa e eterna amiga Luiza Lima, pela compreensão, paciência, carinho e confiança depositada em mim para finalizar este trabalho e encerrar mais um capítulo da minha vida.

À intérprete Ivanete Macedo de Freitas que gentilmente traduziu para a Linguagem Brasileira de Sinais (Libras) todo o tutorial em vídeo do aplicativo.

Ao Daniel Pinheiro da Silva Junior e Arthur de Andrade Barcellos que contribuíram no desenvolvimento do aplicativo Construa Seu Átomo.

À todos os meus amigos e amigas que me deram força e também apoiaram essa árdua missão para me tornar um mestre na arte daquilo que amo exercer, que é ser professor.

“O principal objetivo da educação é criar pessoas capazes de fazer coisas novas e não simplesmente repetir o que as outras gerações fizeram.”

(Jean Piaget)

RESUMO

BASTOS, B. **O desenvolvimento e utilização de um aplicativo educacional na abordagem do tema estrutura atômica em turmas inclusivas do ensino básico.** Dissertação. Instituto de Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

Com o desenvolvimento tecnológico, a sociedade vem sendo influenciada e transformada de forma substancial, social e cultural. Devido à crescente demanda por aparatos midiáticos, estudos vêm demonstrando a importância das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) como ferramenta de apoio pedagógico. Por conta disto, decidiu-se investigar se um *software* educacional, um recurso midiático atrelado a teoria semiótica de Peirce, pode surgir como uma importante ferramenta de auxílio escolar no processo de ensino e aprendizagem em turmas inclusivas do ensino básico no que compete a temática de estrutura atômica. A partir disto, foi desenvolvido um programa didático-pedagógico para *tablet* de sete polegadas com tecnologia *Android*, denominado Construa Seu Átomo, que aborda a temática de estrutura atômica. Para tanto, a pesquisa de cunho qualitativo foi dividida em três partes. A primeira parte, identificar possíveis relações entre as TDIC e educação inclusiva; a segunda consistiu em criar e desenvolver o software Construa Seu Átomo; e a terceira destinou-se a aplicação do software e obtenção da opinião do público alvo (mestrandos (professores de química) do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química (PEQui) do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro e alunos da rede estadual e particular de ensino do Rio de Janeiro) através de questionários a respeito do conteúdo abordado e acerca do instrumento pedagógico desenvolvido. Com isso, foi possível perceber que o Construa Seu Átomo, enquanto TDIC, pode ser utilizado em uma atividade lúdica digital voltada para a prática ou até mesmo de reforço pedagógico, por meio das quais os alunos estabelecem conexões entre os conhecimentos teóricos e práticos.

Palavras-chave: Educação inclusiva. Tecnologia. Semiótica. Ensino de Química.

ABSTRACT

BASTOS, B. The development and use of an educational application in the approach of the atomic structure theme in inclusive classes of basic education. Dissertation. Chemistry Institute. Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

With technological development, society has been substantially influenced and transformed, socially and culturally. Due to the growing demand for media devices, studies have shown the importance of Digital Information and Communication Technologies (DICT) as a pedagogical support tool. Because of this, it was decided to investigate whether an educational software, a media resource linked to Peirce's semiotic theory, can emerge as an important tool to help school in the teaching and learning process in inclusive classes of basic education in what concerns the theme of atomic structure. From this, a didactic-pedagogical program was developed for a seven-inch tablet with Android technology, called Construa Seu Átomo, which addresses the theme of atomic structure. Therefore, the qualitative research was divided into three parts. The first part, to identify possible relationships between TDIC and inclusive education; the second consisted of creating and developing the Construa Seu Atomo software; and the third was intended to apply the software and obtain the opinion of the target audience (Master's students (chemistry teachers) of the Graduate Program in Chemistry Teaching (PEQui) of the Institute of Chemistry of the Federal University of Rio de Janeiro and students from the state and private education network in Rio de Janeiro) through questionnaires about the content covered and about the pedagogical instrument developed. With this, it was possible to perceive that Construa Seu Átomo, as a DICT, can be used in a digital playful activity focused on practice or even pedagogical reinforcement, through which students establish connections between theoretical and practical knowledge.

Keywords: Inclusive education. Technology. Semiotics. Chemistry teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tríade semiótica de Peirce. Adaptado de Souza	25
Figura 2 - Tela de apresentação em sua versão beta.....	31
Figura 3 - Tela de representação do átomo, inicialmente vazia, em sua versão beta	32
Figura 4 - Representação do átomo de sódio preenchido em sua versão beta	33
Figura 5 - Tela de apresentação em sua versão beta 2.....	33
Figura 6 - Tabela periódica resumida em sua versão beta 2.....	34
Figura 7 - Tabela completa no menu principal em sua versão beta 2.....	34
Figura 8 - Tabela periódica completa em sua versão beta 2.....	35
Figura 9 - Tutorial em vídeo	35
Figura 10 - Tutorial em vídeo com tradução simultânea em Libras sendo executado	36
Figura 11 - Adaptador de vídeo tipo-c para HDMI	42
Figura 1G : os alunos da instituição particular utilizando o aplicativo.....	75
Figura 2G : os alunos da instituição particular utilizando o aplicativo.....	75
Figura 3G : os alunos da instituição particular utilizando o aplicativo.....	75
Figura 4G : os alunos da instituição pública utilizando o aplicativo.	75
Figura 5G : os alunos da instituição pública utilizando o aplicativo	75
Figura 6G : os alunos da instituição pública utilizando o aplicativo	75
Figura 1K - Tela de apresentação do aplicativo	86
Figura 2K - tela de representação do átomo.....	87
Figura 3K - Menu principal.....	88
Figura 4K - Tabela periódica resumida ativada.....	89
Figura 5K - Distribuição eletrônica do átomo de hidrogênio no estado fundamental	89
Figura 6K - Botões "Adicionar" e "Remover" selecionados.....	90
Figura 7K - Botão próton (p^+) selecionado	90
Figura 8K - Botão nêutron (n) selecionado	90
Figura 9K - Botão elétron (e^-) selecionado	91
Figura 10K - Representação do átomo de sódio	92

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - respostas referentes a questão 1	37
Gráfico 2 - respostas referentes a questão 2	37
Gráfico 3 - respostas referentes a questão 3	37
Gráfico 4 - respostas referentes a questão 4	37
Gráfico 5 - respostas referentes a questão 5	38
Gráfico 6 - respostas referentes a questão 6	38
Gráfico 7 - respostas referentes a questão 1	39
Gráfico 8 - respostas referentes a questão 2	39
Gráfico 9 - respostas referentes a questão 3	39
Gráfico 10 - respostas referentes a questão 4	39
Gráfico 11 - respostas referentes a questão 5	39
Gráfico 12 - respostas referentes a questão 6	39
Gráfico 13 - respostas referentes a questão 1	43
Gráfico 14 - respostas referentes a questão 2	43
Gráfico 15 - respostas referentes a questão 3	43
Gráfico 16 - respostas referentes a questão 4	43
Gráfico 17 - respostas referentes a questão 5	43
Gráfico 18 - respostas referentes a questão 6	43
Gráfico 19 - respostas referentes a questão 1	44
Gráfico 20 - respostas referentes a questão 2	44
Gráfico 21 - respostas referentes a questão 4	45
Gráfico 22 - respostas referentes a questão 3	45
Gráfico 23 - respostas referentes a questão 5	45
Gráfico 24 - respostas referentes a questão 6	45
Gráfico 25 - respostas referentes a questão 1	49
Gráfico 26 - respostas referentes a questão 2	49
Gráfico 27 - respostas referentes a questão 3	50
Gráfico 28 - respostas referentes a questão 4	50
Gráfico 29 - respostas referentes a questão 5	50
Gráfico 30 - respostas referentes a questão 6	50
Gráfico 31 - respostas referentes a questão 1	51
Gráfico 32 - respostas referentes a questão 2	51
Gráfico 33 - respostas referentes a questão 3	51
Gráfico 34 - respostas referentes a questão 4	51
Gráfico 35 - respostas referentes a questão 5	52
Gráfico 36 - respostas referentes a questão 6	52
Gráfico 37 - respostas referentes a questão 7	52
Gráfico 38 - respostas referentes a questão 8	52
Gráfico 39 - respostas referentes a questão 9	52
Gráfico 40 - respostas referentes a questão 10	52
Gráfico 41 - respostas referentes a questão 11	53
Gráfico 42 - respostas referentes a questão 12	53
Gráfico 43 - respostas referentes a questão 13	53
Gráfico 44 - respostas referentes a questão 14	53
Gráfico 45 - respostas referentes a questão 15	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Percentagens de retenção mnemônica.....	18
Quadro 2 - Comparação entre retenção de dados para diferentes estratégias de ensino.....	18
Quadro 3 - Tríades semióticas em seus três níveis. Extraído de Santaella.....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	20
2.1. Objetivo geral	20
2.2. Objetivos específicos	20
3. REFERENCIAL TEÓRICO	21
4. METODOLOGIA	27
4.1. Arquitetura e desenvolvimento detalhado do aplicativo	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
7. TRABALHOS FUTUROS	59
8. REFERÊNCIAS	60
9. APÊNDICES E ANEXOS	64

1. INTRODUÇÃO

Diante dos avanços tecnológicos e da demanda social crescente pelos dispositivos móveis e sem fio, as chamadas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) vêm sendo apontadas como recursos midiáticos úteis para uma aprendizagem significativa em diversos níveis de ensino (MESQUITA; MESQUITA; BARROSO, 2021; MACHADO, 2016). Estudos em torno dos fatores que influenciam na aceitação do uso das TDIC pelos alunos nos processos de ensino e aprendizagem vêm sendo realizados por diversos autores (FERREIRA, SANTOS, 2020; NASCIMENTO, ROSA, 2020; DIONÍZIO, 2019). Associados a esses estudos, os aplicativos para dispositivos móveis também são alvos de avaliação por parte dos pesquisadores em Educação. Segundo Locatelli, Zoch e Trentin (2015)

“Os recursos da Internet, os diferentes dispositivos digitais e os softwares educacionais oferecem novas possibilidades, propiciando aos professores a oportunidade de novas formas de ensinar, rompendo velhos paradigmas, e aos alunos melhores condições para construir seu conhecimento. Assim, um novo modelo de aprendizagem é possível, centrado no aluno, no qual ele passa a ter um papel mais ativo e autônomo no seu aprendizado (p.2)”.

Na literatura são encontradas diversas propostas de ensino utilizando dispositivos móveis como ferramenta de apoio ao professor no ensino de Química (PASSOS et al, 2019; BATISTA et al, 2016; BATISTA et al, 2018; ANDRIGHETTO, CARDOSO, CARDOSO, 2019; SILVEIRA, VASCONCELOS, 2017). Neste contexto de aproximação entre as TDIC e o ensino, o uso destas tecnologias (*tablets* ou *smartphones e softwares* educacionais) proporciona maior interatividade entre os alunos e destes com o ambiente tecnológico criando um universo atrativo e inovador para a aprendizagem. (FERREIRA, SANTOS, 2020).

Visando cumprir as determinações da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) e das Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica (BRASIL, 2001), os órgãos brasileiros responsáveis pelas políticas educacionais em todos os níveis de gestão pública vêm buscando viabilizar a chamada Educação Inclusiva (BRASIL, 2007) dos estudantes diagnosticados como “portadores de necessidades especiais”. No entanto, cabe ressaltar que a expressão “portador de necessidades especiais”, assim como muitos termos pejorativos utilizados no passado, carrega consigo um estigma negativo de “doença” ou “mal” muito utilizada no período compreendido entre os anos de 1988 e 1993 referindo-se às pessoas que apresentassem algum tipo limitação, seja ela física ou mental. Com o passar dos anos muitas discussões aconteceram em torno dessa nomenclatura e a partir de 1994, mesmo ano em que a Declaração de Salamanca (resolução das Nações Unidas que trata dos princípios, política e prática em educação especial) utiliza o termo “pessoa com deficiência” ao aconselhar educação

inclusiva para pessoas com algum tipo de limitação (BAPTISTA; PAGLIUCA, 2009). Favero (2004) também acredita que

“o melhor seria “com”: pessoa com deficiência, assim também o termo deficiência não deve ser substituído por necessidade especial, pois a palavra deficiência não deve gerar reflexo negativo (...). Especialmente quando se refere a seres humanos (...) a deficiência não deve ser traduzida como imperfeição ou defeito, já que não existe perfeição ou ausência de total defeitos em qualquer ser humano, ou seja, não se pode dizer que pessoas sem deficiência são perfeitas (p.22).

Entretanto, a expressão a ser utilizada não é o único obstáculo a ser vencido no ensino inclusivo. O despreparo das instituições de ensino e de seus educadores diante desta nova abordagem pedagógica vem sendo amplamente discutido na literatura (NETO, et al., 2007; RETONDO; DA SILVA, 2008; CAMPOS, 2011). Nem mesmo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que, em sua introdução, cita a necessidade de inclusão no ensino ao mencionar a Lei nº 13.146 de 06 de Julho de 2015, aborda de maneira clara e específica como trazê-la de fato à realidade dos professores em sala de aula, conforme pode-se ratificar abaixo:

“Igualmente, requer o compromisso com os alunos com deficiência, reconhecendo a necessidade de práticas pedagógicas inclusivas e de diferenciação curricular, conforme estabelecido na Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015).” (BRASIL, 2018, pag.18).

Diante deste novo cenário imposto por lei, sem o preparo adequado na sua formação docente e dispondo de poucas propostas ou recursos midiáticos, os professores do Ensino Básico no Brasil passaram a enfrentar um grande desafio ao serem indicados para trabalhar com uma turma inclusiva. A obrigatoriedade, por Decreto-Lei (BRASIL, 2005), de se incluir a Linguagem Brasileira de Sinais (Libras) como disciplina curricular dos cursos de Licenciatura no Brasil parece não ser a solução definitiva para o problema. No caso do ensino de Ciências, a própria limitação do vocabulário de Libras, em relação à linguagem própria da ciência, gera uma barreira epistemológica de difícil transposição em sala de aula (SOUSA; SILVEIRA, 2011).

Atualmente, a BNCC é o documento norteador dos currículos das instituições públicas e privadas em relação às aprendizagens essenciais e suas competências gerais e específicas, as quais todos os alunos deverão desenvolver em cada etapa da Educação Básica (BRASIL, 2018). Nela contém as aprendizagens essenciais que visam a formação humana integral compostas por dez competências gerais de caráter cognitivo e socioemocionais (conhecimento; pensamento científico, crítico e criativo; repertório cultural; comunicação; cultura digital; trabalho e projeto de vida; argumentação, autoconhecimento e autocuidado; empatia e cooperação; e responsabilidade e cidadania), ou seja, que fazem a ligação entre o ensino e a formação de valores pessoais dos estudantes. Dentre essas competências, quatro são essenciais quando tem-

se por objetivo aliar tecnologia, ensino e inclusão: conhecimento; pensamento científico, crítico e criativo; comunicação; e cultura digital (BRASIL, 2018).

Através das competências citadas, a BNCC tem como propósito que o discente aplique os conhecimentos das diferentes áreas de ensino em sua própria realidade, utilizando-se de curiosidade intelectual para a manutenção constante do aprendizado, de modo que possa utilizar diferentes tipos de linguagens (oral, escrita, libras, corporal, visual, sonora e digital) para se comunicar e aprender. Com isso, a cultura digital é uma peça essencial para dar acessibilidade e até mesmo mais independência no processo de aprendizagem dos alunos, como por exemplo, discente com deficiência auditiva, possibilitando a construção de uma sociedade mais justa, democrática e inclusiva, pois “[...] a escola, como espaço de aprendizagem e inclusão, deve se fortalecer na prática coercitiva de não discriminação, não preconceito e respeito às diferenças e diversidades.” (BRASIL, 2018, p.14).

A área das ciências da natureza e suas tecnologias possui três competências específicas, conforme a BNCC (BRASIL, 2018):

Competência específica 1: analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global;

Competência específica 2: analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis;

Competência específica 3: Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2018, pag.556)

Tendo em vista este cenário, a experiência pessoal do autor de ter um irmão surdo e presenciado toda a dificuldade enfrentada por ele durante o período em que estudou Química na Educação de Jovens e Adultos (EJA), surge a seguinte pergunta de pesquisa: enquanto recurso midiático, um aplicativo seria uma ferramenta didática útil na abordagem do tema estrutura atômica para alunos de uma turma inclusiva do ensino básico? Tal ferramenta teria como foco pedagógico trabalhar as habilidades e competências relativas ao eixo temático “A linguagem da Química – Construção do modelo atômico” pertencente ao currículo mínimo adotado pela Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC). A partir disso, foi desenvolvido um aplicativo para dispositivos móveis com sistema *Android*, onde o aluno

poderá, através das funcionalidades da tela interativa, criar uma figura representativa do átomo, seguindo os modelos atômicos de Rutherford e Bohr.

A partir disso e da terceira competência específica aliada às gerais (conhecimento; pensamento científico, crítico e criativo; comunicação; e cultura digital), acredita-se que o público alvo desse trabalho venha a ter mais conhecimento da linguagem científica e na comunicação da mesma para uma melhor compreensão do mundo no qual vive.

Nesse contexto, encontram-se disponíveis na internet alguns aplicativos que não foram exatamente desenvolvidos para o ensino, porém auxiliam na comunicação entre os ouvintes e não ouvintes, como por exemplo, “Transcriber¹” (que converte áudios em textos escritos) e “Hand Talk²” (que traduz a fala ou escrita em português para a Língua Brasileira de Sinais). Pode-se citar como exceção de aplicativo destinado para educação, o “Sinálario Disciplinar em Libras” oferecido pela Secretaria de Estado da Educação do Paraná e que tem como objetivo servir como ferramenta de apoio para professores e alunos na educação de surdos, pois apresenta cerca de 300 vídeos com termos utilizados nas disciplinas (Filosofia, Sociologia, Ensino Religioso, Educação Física, Ciências, Biologia, Artes, Química, Física, Matemática, Língua Portuguesa, Geografia e História) que compõem o currículo do ensino fundamental e médio, permitindo assim novos caminhos de construção de conhecimentos entre os alunos e seus mediadores (SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, 2017).

No que diz respeito à área das ciências, encontra-se no site da Universidade do Colorado alguns recursos midiáticos que podem auxiliar os professores de diversas disciplinas em sala de aula, dentre eles, uma ferramenta pedagógica específica para a disciplina de Química.

O aplicativo de codinome “montar um átomo” (Build an atom³) aborda o conteúdo de estrutura atômica segundo o modelo atômico de Rutherford e Bohr usando o número de prótons, nêutrons e elétrons para desenhar um modelo do átomo, identificar o elemento, e determinar a massa e a carga; prever como a adição ou a subtração de um próton, nêutron, ou elétron mudarão o elemento, a carga e a massa; usar o nome do elemento, massa e carga para determinar o número de prótons, nêutrons e elétrons; definir próton, nêutron, elétron, átomo e íon; e criar um

¹ disponível em <https://play.google.com/store/apps/details?id=it.mirko.transcriber>

² disponível em <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.handtalk>

³ disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/build-an-atom

símbolo isotópico para um átomo, dado o número de prótons, nêutrons e elétrons inseridos no átomo.

Porém, uma limitação desse excelente recurso é o fato de não ser acessível a parte ou a todas as pessoas com algum tipo de limitação física, cognitiva ou sensorial que possam estar presentes em uma turma inclusiva. Como exemplo pode-se dizer que uma das barreiras tecnológicas encontradas no aplicativo deve-se a não existência de um tutorial auto-explicativo com tradução simultânea na linguagem sinais que permitisse com que alunos surdos ou outras limitações pudessem compreender e manusear o *software*.

Por este se tratar de um trabalho que tem como foco as turmas inclusivas, ressalta-se a importância de se conhecer um pouco mais acerca do que seria deficiência e seus vários tipos. Segundo o artigo 2º da Lei Federal nº 13.146 de 6 de Julho de 2015:

Considera-se pessoa com deficiência aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas. (BRASIL, 2015, não paginado)

No mundo existem mais de um bilhão de pessoas que apresentam algum tipo de deficiência conforme divulgado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) no relatório mundial sobre a deficiência em 2012 (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2012). Um levantamento feito em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estima que, aproximadamente, 46 milhões (24%) dos brasileiros possuam algum tipo de deficiência, seja para ver, ouvir, se movimentar ou algum tipo de incapacidade mental. (IBGE, 2010). No Brasil as deficiências estão agrupadas no Decreto nº 5.296/2004 em cinco grupos distintos, sendo eles: visual (perda ou redução da capacidade visual em ambos os olhos de carácter definitivo, não sendo possível melhora-la ou corrigi-la com o uso de lentes e/ou tratamento clínico ou cirúrgico), física (alteração parcial ou completa de um ou mais segmentos do corpo humano), intelectual (problemas associados ao cérebro e que levam a um baixo rendimento), auditiva (perda parcial ou total da capacidade de ouvir) e múltipla (quando o indivíduo apresenta mais de um tipo de deficiência) (BRASIL, 2004).

Para o ensino de Química alguns trabalhos de inclusão têm sido propostos (CAMPOS, LIRA, 2017; RADMANN, PASTORIZA, 2017; ROCHA, VASCONCELOS, 2016; FERREIRA, NASCIMENTO, PITANGA, 2014; MENDONÇA, OLIVEIRA, BENITE, 2017; FERNANDES, REIS, 2016; NUNES et al, 2021). Neste contexto e diante de todas as dificuldades encontradas por parte da escola, dos docentes, da falta de material didático específico para alunos com necessidades especiais, o desafio aumenta quando tratamos de

alunos surdos em função da falta de comunicação (MONTEIRO; CAMARGO; FREITAS, 2016). Para Pereira e Colaboradores (2011)

“No que diz respeito ao ensino de química, o aluno ouvinte se apropriará dos conceitos químicos por meio de informações que recebe do meio, principalmente por intermédio da audição. Desse modo, o aluno surdo fica em desvantagem com os demais, porém o professor, por meio de uma prática pedagógica redirecionada, poderá ajudá-lo de maneira objetiva a se apropriar desses conceitos.” (p.49)

No entanto, conforme visto abaixo nos Quadros 1 e 2, a visão tem sido considerada na literatura como sendo o sentido com maior probabilidade de retenção mnemônica dos conteúdos transmitidos aos estudantes, principalmente quando associado à exposição oral e visual em simultâneo (PEREIRA; BENITE; BENITE, 2011). Sendo a Química uma ciência com uma expressiva gama de representações visuais, buscou-se desenvolver um aplicativo, isto é, um recurso midiático denominado “Construa Seu Átomo”, pautado tanto na teoria semiótica de Charles Sanders Peirce quanto no modelo atômico de Rutherford-Bohr. Desta forma, procura-se compreender as relações de significação de representações específicas dos conhecimentos químicos, como por exemplo, simbologias, número de prótons, nêutrons e elétrons presentes em um determinado átomo, distribuição eletrônica, número de camadas, número de elétrons na camada de valência e tabela periódica a partir da contribuição da teoria dos signos em relação à produção de significados em sala de aula.

Quadro 1 - Porcentagens de retenção mnemônica.

Como se aprende	Através do gosto	1,0%
	Através do tato	1,5%
	Através do olfato	3,5%
	Através da audição	11%
	Através da visão	83%

Fonte: PEREIRA; BENITE; BENITE, 2011, p.53.

Quadro 2 - Comparação entre retenção de dados para diferentes estratégias de ensino.

Estratégias de Ensino	Dados retidos depois de 3 horas	Dados retidos depois de 3 dias
Somente oral	70%	10%
Somente visual	72%	20%
Oral e visual simultaneamente	85%	65%

Fonte: PEREIRA; BENITE; BENITE, 2011, p.53.

A teoria dos signos de Peirce foi utilizada como principal via pedagógica no referencial teórico, utilizando o aplicativo mencionado anteriormente através de situações onde o aluno deve “construir” o átomo desejado. Isso permite fazer uma aproximação entre a utilização apropriada de simbologias ou representações Químicas segundo o modelo atômico

de Rutherford-Bohr e a teoria dos signos, no sentido de mostrar a importância do uso adequado das simbologias no processo de ensino aprendizagem de Química em turmas inclusivas do ensino básico. O professor, através de um processo de mediação diferenciada, poderá trabalhar de forma mais didática (e visual) o conceito de estrutura atômica para estes discentes. É senso comum a grande dificuldade do alunado em compreender parte desses signos, devido a Química se tratar de uma ciência que estuda a matéria em uma escala submicroscópica.

Desta forma, relacionando o sentido da visão com as TDIC, e visando promover uma maior interação entre discentes, docentes e recursos midiáticos, o presente trabalho propõe compreender a relação entre TDIC e educação inclusiva, criar e desenvolver um aplicativo para o ensino de diversos conceitos químicos, tendo como público alvo os estudantes de turmas inclusivas. Pretende-se também aplicar e obter a opinião dos participantes a respeito da ferramenta produzida. O aplicativo foi desenvolvido para ser utilizado em dispositivos móveis do tipo *tablet* com tecnologia *Android* e tem o objetivo de servir como recurso midiático para o sistema público e privado de ensino do Rio de Janeiro.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis que auxilie nos processos de ensino e aprendizagem de estrutura atômica em turmas inclusivas do ensino básico.

2.2. Objetivos específicos

- i.* Identificar as possíveis relações entre TDIC e a educação inclusiva.
- ii.* Criar, desenvolver e aplicar um aplicativo básico para dispositivos móveis (*Tablet*) com tecnologia Android, que aborda os conceitos relacionados ao modelo atômico de Rutherford-Bohr.
- iii.* Propor uma sequência didática utilizando o aplicativo desenvolvido.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

A presente pesquisa é fundamentada na vertente americana da Semiótica, do grego *semeion*, que quer dizer signo, tendo por objeto de investigação todas as linguagens possíveis e por objetivo “o exame dos modos de constituição de todo e qualquer fenômeno como fenômeno de significação e sentido” (SANTAELLA, 2012, p.19). A semiótica é a ciência que estuda os signos e as linguagens, sejam elas verbais ou não verbais. Muitos sentidos são atribuídos erroneamente à semiótica, devido ao senso comum em relação às palavras “signo”, comumente ligada a Astrologia, e “linguagens” associada ao estudo de idiomas.

No entanto, no campo das linguagens, esta ciência não se refere apenas ao estudo de linguagens verbais, como também de linguagens sonoras, visuais, escritas, sociais e históricas. Portanto, linguagem refere-se

“a uma gama incrivelmente intrincada de formas sociais de comunicação e de significação que inclui a linguagem verbal articulada, mas absorve também, inclusive, a linguagem dos surdos-mudos, o sistema codificado da moda, da culinária e tantos outros.” (SANTAELLA, 2012, p.16).

Já por signo, segundo a semiótica norte-americana de Charles Sanders Peirce, entende-se como sendo a representação, imagética ou gestual, de algo que traga algum tipo de significado à alguém. Por sua vez, àquilo a que o signo se refere, denomina-se *objeto*. No entanto, este processo de assimilação do signo ao objeto pode estar associado a outro signo já existente na mente do indivíduo que recebe a mensagem (devido às suas vivências pessoais), sendo esta relação denominada *interpretante*. O signo, o objeto e o interpretante criam uma tricotomia semiótica, podendo este processo tornar-se cíclico, uma vez que a mente possui possibilidades infinitas. Vale ressaltar que esta tríade pode ser relacionada a uma representação fidedigna ou não da realidade (e/ou até mesmo abstrata), seja ela imagética ou gestual (GOIS, J., GIORDAN, M., 2007).

É importante salientar que além da semiótica de Peirce, existem também outras duas vertentes que sugeriram quase que concomitantemente, sendo uma na antiga União Soviética (semiótica da cultura de Yuri Lotman) e outra na Europa Ocidental (semiótica estruturalista de Ferdinand Saussure) (STEFANELLO, 2017). A semiótica francesa de Ferdinand Saussure (vertente europeia) é muito aplicada para a produção de sentido nas relações comunicativas humanas (linguagem verbal), não sendo adequada para quem se utiliza de imagem (linguagens não verbais) e compreende o signo como um abrigo de ideias (dicotomia entre significado e significante), isto é, as palavras que lemos ou ouvimos se uniriam à ideia correspondente que surgiria em sua mente, por exemplo, ao lermos a palavra “mídia” (significado) nos vem em

mente um “vídeo” (significante). Já a semiótica de Yuri Lotman (vertente russa) tem como base a cultura, sendo o signo a união de sistemas ou códigos culturais (mitos, religião, arquitetura, música...) que em um processo de assimilação (semiosfera) se relacionam construindo linguagens e sentidos. Por exemplo, o musical seria a união dos códigos culturais teatro e música (IASBECK, 2010).

Em função deste trabalho se basear em grande parte nas linguagens não verbais (imagens), que é algo inerente a disciplina de Química por se tratar de uma ciência que visa o nível submicroscópico da matéria (abstrato), a semiótica Peirceana (norte americana) se torna a mais adequada porque em seu processo de significação e seus elementos se utiliza de teorias de outras áreas do conhecimento sendo elas linguagens verbais e não verbais. Dessa forma e como mencionado anteriormente, esta proposta estará pautada na visão da semiótica dos Estados Unidos sob os estudos de Charles Sanders Peirce (1839-1914). Peirce, que obteve forte influência intelectual advinda de seu pai, matemático da Universidade de Harvard, é um dos mais importantes fundadores da moderna teoria geral da semiótica, que era bacharel em Química, matemático, físico, astrônomo, e contribuiu também em áreas como geodésia, metrologia e espectroscopia (SANTAELLA, 2012).

No âmbito da educação, faz-se necessário o estudo de significados devido às diversas simbologias utilizadas no campo das ciências. Para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem é importante a mediação através da linguagem oral, para entendimento de áreas do conhecimento, como, por exemplo, a Química, uma ciência que por ser submicroscópica é extremamente pautada na utilização de signos inerentes à sua área (GOIS, J., GIORDAN, M., 2007).

Alguns autores como Costa (2005) e Ontoria et al (2008) acreditam que o uso de imagens pode enriquecer bastante o processo de aprendizagem por se tratar de algo mais intuitivo, fazendo assim, com que o discente retenha mais informações do que apenas através de estímulos orais. As imagens, inclusive, podem ter um caráter de maior retenção pedagógica pelo fato de o aluno fazer conexão do que está vendo com suas vivências pessoais, reforçando ainda mais alguns conceitos.

É sabido que o cérebro tem maior poder de retenção e lembrança em relação às imagens do que a expressão oral, isto é, no ponto de vista dos signos abordados na semiótica. Com isso, é extremamente válido que educadores façam uso de imagens em suas aulas adaptando-as ao conteúdo ministrado (ONTORIA et al, 2008). Vale ressaltar que as imagens por si só não são autossuficientes no processo de ensino-aprendizagem, sendo imprescindível a

mediação do docente durante toda a atividade. No entanto, quando se fala em estímulo visual, é importante levar-se em consideração métodos pautados em experimentos, jogos lúdicos e didáticos, assim como o uso das TDIC (KIYA; M, 2014).

Em ciências como a Química, onde o seu ensino envolve níveis macroscópico (observável a olho nu), submicroscópico (moléculas, átomos, íons, elétrons, etc) e simbólico (representações, fórmulas, equações, símbolos e estruturas) no processo de ensino e aprendizagem é importante o estímulo visual para tornar a compreensão mais eficiente, pois o insucesso na disciplina de Química deve-se também ao fato dos estudantes não conseguirem fazer correlações imagéticas (mentais) do conteúdo tratado entre os níveis macro e submicroscópico (PAULETTI, FENNER, ROSA, 2013). Portanto, quanto mais abstrato e/ou complexo for o conteúdo ministrado, mais a utilização de recursos que utilizam representações visuais se mostram eficientes para elucidá-lo (PERALES, 2002).

Conforme mencionado por SILVA em sua tese de doutorado, a utilização da semiótica no ensino faz-se extremamente necessária no estudo da Química, pois esta ciência

“ [...] apresenta um diferencial em relação às outras áreas de conhecimento, mesmo as mais próximas. Não é esse o caso da Matemática, por exemplo, que é convenção pura, nem da Física, que não precisa inventar a maioria de suas representações para usar como objetos de pesquisa, já que preferiu descrições matemáticas para grande parte de seus objetos. Nem da Biologia, que não precisa criar entidades que agregam informações empíricas e propostas teóricas em grande parte de suas investigações, já que muitos de seus objetos de pesquisa são visíveis a olho nu ou ao microscópio. As representações certamente são mais importantes para a Química em comparação a outras áreas, porque em nenhuma outra área das ciências da natureza há essa necessidade de criar entidades químéricas de teoria e dados, com o objetivo explícito de serem usadas tanto como ferramenta quanto como objeto de investigação.” (SILVA, 2012, p.33).

Na semiótica peirciana, existem três categorias responsáveis por explicar experiência e pensamento. De acordo com Santaella (2012), “entende-se por experiência e pensamento qualquer fenômeno que esteja de algum modo e em qualquer sentido presente à mente”. Somente através da observação atenta dos fenômenos que Peirce pôde chegar às categorias universais do pensamento e da natureza, após perceber como eles se manifestam na mente (SANTAELLA, 2012).

Peirce, após averiguar minuciosamente esses fenômenos, à nível mental, as categorizou em três níveis: primeiridade, secundidade e terceiridade. Para Santaella (2012, p.78),

Primeiridade é a categoria que dá à experiência sua qualidade distintiva, seu frescor, originalidade irrepitível e liberdade. Secundidade é aquilo que dá à experiência seu caráter factual, da luta e confronto. [...] Terceiridade, que aproxima um primeiro e um

segundo numa síntese intelectual, correspondente à camada de inteligibilidade, ou pensamento em signos, por meio da qual representamos e interpretamos o mundo.

De modo geral, a primeiridade é a primeira impressão qualitativa que se tem na mente no instante presente e imediato, primeira sensação sentida, por exemplo, cor, forma, volume, textura e som. Secundidade ocorre no momento em que a mente se dá conta da experiência, ou seja, refere-se à reflexão, definição do fenômeno, enquanto a terceiridade seria a conclusão, interpretação e até mesmo atribuição à um signo, a combinação da experiência primeira com a segunda (SANTAELLA, 2012). Em função da alta complexidade das categorias de Peirce e de forma a aproximar os leitores a entender cada um desses processos semióticos, será apresentada uma situação que levará aos três níveis apresentados por Peirce. Ao avistar uma imagem (signo) de uma pessoa andando de moto pela estrada remete-se, por exemplo, à “velocidade” (primeiridade) que se refere a tudo que está presente na consciência naquele momento, e “sensação de perigo” (secundidade) que está associada à ação conjunta baseada na experiência pessoal. Por fim, a terceiridade seria a formulação e interpretação atribuída entre o signo e o objeto (aquilo que o signo representa) como um todo, isto é, a interpretação de que as pessoas não deveriam comprar uma moto em função do perigo causado por elas. Essa correlação existente entre os três níveis leva a primeira semiose, que pode ser recuperada a qualquer instante ao longo da vida de um indivíduo, pois em um segundo instante ao observar a mesma imagem (signo) pode-se gerar a reflexão de um transporte prático no dia a dia devido a sua velocidade e tamanho, conseqüentemente, superando a ideia de perigo gerada na primeira semiose.

No âmbito da consciência, signos são produzidos constantemente, uma vez que são interpretações mentais, provenientes das manifestações advindas da percepção do ser com o objeto, interpretando signos através de outros signos (sejam tangíveis ou intangíveis) (SANTAELLA, 2012). Em uma de suas várias definições utilizadas, Peirce descreve signo como sendo a tentativa de representar

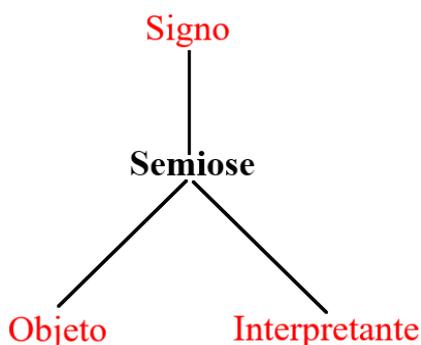
“[...] em parte pelo menos, um objeto que é, portanto, num certo sentido, a causa ou determinante do signo, mesmo se o signo representar seu objeto falsamente. Mas dizer que ele representa seu objeto implica que ele afete uma mente, de tal modo que, de certa maneira, determine naquela mente algo que é mediamente devido ao objeto. Essa determinação da qual a causa imediata ou determinante é o signo, e da qual a causa mediata é o objeto, pode ser chamada o Interpretante”.

Em suma, signo, segundo Peirce, é fruto de toda correlação gerada na mente de um indivíduo devido à interação entre objeto e interpretante, resultando em um processo contínuo, *ad infinitum*. Vale ressaltar que interpretante não deve ser confundida com intérprete.

Interpretante é um processo mental, enquanto intérprete, é o ser que cria os interpretantes e signos em seu sistema cognitivo (SANTAELLA, 2012).

Para Peirce (2015), todo processo sígnico ocorre por meio da semiose, nome dado ao processo triádico que ocorre entre signo, objeto e interpretante, conforme representado no esquema da Figura 1:

Figura 1 - Tríade semiótica de Peirce. Adaptado de Souza (2012).



Fonte: Produção do próprio autor.

Em aprofundamento desse estudo, Peirce dividiu essa tricotomia semiótica em três, de acordo com o seu nível relacional, fazendo uma correlação entre as categorias universais do pensamento e da natureza (primeiridade, secundidade e terceiridade) e dos signos, sendo signo em relação a si mesmo, em relação ao objeto e em relação ao interpretante. Tais correlações são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Tríades semióticas em seus três níveis. Extraído de Santaella (2012, p.97)

	Signo em relação a si mesmo	Signo em relação ao objeto	Signo em relação ao interpretante
1º	quali-signo	ícone	rema
2º	sin-signo	índice	dicente
3º	legi-signo	símbolo	argumento

No que diz respeito ao “signo em relação a si mesmo” tem-se que: “quali-signo” corresponde a uma mera qualidade, “sin-signo” se relaciona diretamente com seu objeto e “legi-signo” possui caráter de lei. No entanto, cabe ressaltar que estes não são foco de estudo neste trabalho, mas sim, o “signo em relação ao objeto” e “signo em relação ao interpretante” no estudo da ciência Química (SANTAELLA, 2012).

Na relação do signo com seu objeto a nível primeiro, segundo e terceiro, tem-se, respectivamente, “ícone”, “índice” e “símbolo”. Ícone é a representação de um signo, por exemplo um mapa, caricatura ou até mesmo o quadro de Monalisa de Leonardo da Vinci. O índice está relacionado à indicação, vide o caráter indicial que existe, por exemplo, nos mapas

de metrô e, finalmente, tem-se o símbolo que se refere por convenção, lei ou associação, à representação de seu objeto, por exemplo, placas de trânsito ou a letra maiúscula “C” que representa o elemento químico carbono (SANTAELLA, 2012).

Já na relação entre signo e interpretante, a nível primeiro tem-se “rema”, que diz respeito a algum termo em sua maneira isolada, podendo ser um substantivo, por exemplo. Quando esse termo é inserido em um contexto passível de averiguação tem-se, a nível segundo, o que se chama de dicente. Se a esse contexto fossem inseridas mais algumas informações que justifiquem ou deem embasamento ao dicente, tem-se em nível terceiro, o que Peirce determina como argumento (SANTAELLA, 2012).

Dessa forma, foram apresentadas as tricotomias sígnicas de Peirce as quais se mostram bastante importantes na construção de conhecimento e entendimento para diversas áreas, assim como a área de ensino de Química. A teoria dos signos permitiu maior capacidade de organização, interpretação e, até mesmo, utilização das linguagens.

4. METODOLOGIA

A presente pesquisa em sua totalidade foi executada em sete etapas. Cada um desses momentos será discutido com mais profundidade em Resultados e Discussões. As etapas foram:

Em 2017:

I. Desenvolvimento do aplicativo em sua versão Beta, elaboração de um roteiro de atividades (**Apêndice A**) e de três questionários, sendo eles sobre a avaliação do conteúdo abordado no roteiro (**Apêndice B**), a usabilidade do aplicativo por parte de professores (**Apêndice C**) e outro por parte dos alunos (**Apêndice D**).

II. Aplicação do programa em sua versão Beta, aplicação do roteiro de atividades e dos questionários (conteúdo abordado no roteiro) e usabilidade da ferramenta para 17 alunos (professores de Química) do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química (PEQui) do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

III. Aplicação do *software* em sua versão Beta, aplicação do roteiro de atividades e dos questionários (conteúdo abordado no roteiro) e usabilidade da ferramenta para 25 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública, localizada no bairro de Jardim Mariana em Duque de Caxias – Rio de Janeiro.

IV. Aplicação do programa em sua versão Beta, aplicação do roteiro de atividades e dos questionários (conteúdo abordado no roteiro) e usabilidade da ferramenta para 37 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola particular, localizada no Centro de Duque de Caxias – Rio de Janeiro.

Em 2019:

V. Atualização do aplicativo para a versão Beta 2, assim como uma atualização do questionário sobre a usabilidade da ferramenta respondido pelos discentes (**Apêndice E**).

VI. Aplicação do *software* em sua versão Beta 2, aplicação do roteiro de atividades, do questionário de conteúdo abordado no roteiro e do questionário atualizado sobre a usabilidade da ferramenta para 36 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola particular localizada em Rocha Miranda – Rio de Janeiro.

Em 2021:

VII. Atualização do aplicativo para a versão final e elaboração de uma proposta de sequência didática (**Apêndice F**).

No que diz respeito a primeira etapa, o desenvolvimento do aplicativo foi feito no Laboratório Didático de Química (LaDQuim) do Instituto de Química da Universidade Federal

do Rio de Janeiro (UFRJ) pelo bolsista e graduando Arthur de Andrade Barcellos do curso de Engenharia Eletrônica e da Computação da UFRJ e de forma remota pelo mestrando Daniel Pinheiro da Silva Junior da área da Ciência da Computação da Universidade Federal Fluminense (UFF). O LaDQuim que fica localizado no Polo de Xistoquímica “Prof. Claudio Costa Neto” (<http://ladquim.iq.ufrj.br>), é um espaço não-formal de ensino, composto por um conjunto de pesquisadores e alunos do Ensino Médio, Graduação e Pós-Graduação, cujo objetivo principal é desenvolver projetos de pesquisa, ensino e extensão, visando o letramento científico e a formação cidadã do seu público alvo. O laboratório desenvolve suas atividades e projetos pautados nos modelos pedagógicos Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e experimentação investigativa. Ainda nesta etapa foram elaborados: o roteiro de atividade; o questionário de avaliação do conteúdo abordado; e os questionários de avaliação da usabilidade da ferramenta por parte dos professores e outro dos alunos (encontram-se disponíveis, respectivamente, nos **Apêndices A, B, C e D**).

No roteiro continham todas as orientações necessárias para que o público respondente pudesse seguir com a aplicação, como por exemplo, orientação para que pudessem se separar em duplas ou trios, que recebessem um *tablet* ou computador de mesa com o aplicativo Construa Seu Átomo instalado e, por fim, que utilizassem o *software* para representar três espécies química descritas no roteiro e utilizando apenas este, respondessem ao questionário sobre o conteúdo abordado e usabilidade da ferramenta.

Em relação ao questionário de avaliação do conteúdo abordado, era formado por seis questões múltipla escolha, duas perguntas para a espécie química 1 descrita no roteiro (que versavam sobre símbolo químico e distribuição eletrônica), duas questões para espécie química 2 (que tratava sobre o número de camadas e a carga do íon representado) e, por último, duas perguntas para espécie química 3 (que dissertava sobre o número de prótons e elétrons).

No que diz respeito aos questionários sobre a usabilidade da ferramenta (um para professores e outro para alunos), o questionário destinado aos professores era formado por sete questões, sendo uma aberta (sugestões e críticas) e seis do tipo escala de Likert que versavam quanto ao aplicativo: ser de fácil utilização; ser uma ferramenta didática útil para o docente; auxiliar o docente a identificar as dificuldades do aluno; auxiliar o docente a corrigir as dificuldades do aluno; ser utilizado como ferramenta avaliativa para o docente; tumultuar ou dificultar o trabalho didático do professor. Acerca do questionário destinado aos alunos, era constituído de por sete questões, sendo uma aberta (sugestões e críticas) e seis do tipo escala de Likert que tratavam quanto ao aplicativo: ser de fácil utilização; ser uma ferramenta didática

útil para discutir/revisar o conteúdo; auxiliar o aluno a identificar as dúvidas sobre o tema proposto; auxiliar o aluno a diminuir as dúvidas sobre o tema proposto; ser utilizado como ferramenta avaliativa para o aluno; tumultuar ou dificultar o andamento da aula.

Conforme já mencionado na etapa V, este último (questionário sobre a usabilidade da ferramenta respondida pelos discentes) sofreu uma atualização após as primeiras aplicações com o intuito de obter-se uma maior caracterização do público respondente, passando a ser formado por um conjunto de 16 questões, sendo uma aberta (sugestões e críticas) e 15 objetivas que dissertavam sobre: idade dos participantes; presença, identificação ou ausência de qualquer tipo de deficiência; o funcionamento e utilização do aplicativo.

É importante destacar que, todas as aplicações foram feitas de forma presencial e, os professores regentes de cada turma já tinham abordado previamente a temática de estrutura atômica com os alunos e comunicado sobre a participação em um trabalho de pós-graduação em ensino de Química. Feito isso, foram entregues o roteiro de atividade, o dispositivo móvel (*tablet*) ou computador de mesa com o *software* Construa Seu Átomo instalado e usando somente este, responderam aos questionários sobre o conteúdo abordado e usabilidade da ferramenta.

No segundo momento, em junho de 2017, o programa foi testado em sua versão beta através de um roteiro de atividade (encontra-se disponível no **Apêndice A**) para um grupo de 17 alunos (professores de Química), mestrandos no Programa de Pós Graduação em Ensino de Química (PEQui) do Instituto de Química da UFRJ, na disciplina obrigatória denominada Prática de Ensino Supervisionado II (PES II). Em seguida, foi aplicado um questionário de avaliação do conteúdo de estrutura atômica e outro sobre a usabilidade da ferramenta (encontram-se disponíveis, respectivamente, nos **Apêndices B e C**).

No terceiro instante, por intermédio dos docentes da etapa II (mestrandos do PEQui), tanto o programa em sua versão beta quanto o roteiro de atividade e os questionários de avaliação do conteúdo de estrutura atômica e usabilidade da ferramenta (encontram-se disponíveis, respectivamente, nos **Apêndices A, B e D**) foram aplicados para um grupo de 25 alunos do 1º ano do Ensino Médio em uma escola pública, Ciep Brizolão, localizada no bairro de Jardim Mariana em Duque de Caxias – Rio de Janeiro. Em 2017, a instituição não contava com acesso à internet via *wi-fi* para alunos e professores, no entanto possuía 20 salas de aula, uma sala de professores, uma biblioteca, uma sala de informática com 10 computadores de mesa e um laboratório de ciências.

De forma semelhante a etapa anterior, no quarto momento, tanto o programa em sua versão beta quanto o roteiro de atividade e os questionários de avaliação do conteúdo de estrutura atômica e usabilidade da ferramenta (encontram-se disponíveis, respectivamente, nos **Apêndices A, B e D**) foram aplicados para um grupo de 37 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola privada, localizada no Centro de Duque de Caxias – Rio de Janeiro (as fotos encontra-se disponível no **Apêndice G**). Em 2017, a instituição não contava com acesso a *internet* via *wi-fi* para alunos e professores, nem sala de estudos e laboratório de ciências, no entanto possuía 10 salas de aula, uma sala de professores, uma biblioteca, uma sala de informática com 12 computadores de mesa e dispusera de 30 *tablets* Positivo de 7” polegadas.

Na etapa seguinte, após cada aplicação, foram feitos ajustes e atualizações na versão beta do aplicativo para a versão beta 2 em função dos resultados, sugestões e críticas apresentadas pelos usuários (encontram-se disponíveis nos **Apêndices H e I**) na quarta etapa. Além disso, o questionário respondido por parte dos alunos acerca da utilização do aplicativo sofreu uma atualização a fim de obter novos dados complementares como a idade dos participantes, presença, identificação ou ausência de qualquer tipo de deficiência e outras perguntas sobre a utilização e funcionamento do próprio aplicativo (encontra-se disponível no **Apêndice E**).

Já na sexta etapa, novamente por intermédio dos docentes da etapa II (mestrandos do PEQui), tanto o programa em sua versão beta 2 quanto o roteiro de atividade e os questionários de avaliação do conteúdo de estrutura atômica e usabilidade da ferramenta (encontram-se disponíveis, respectivamente, nos **Apêndices A, B e E**) foram aplicados para um grupo de 36 alunos do 1º ano do Ensino Médio em uma escola privada localizada no bairro de Rocha Miranda – Rio de Janeiro. Em 2019, a instituição não possuía uma sala de estudos, no entanto contava com acesso à *internet* via *wi-fi* para alunos e professores, 12 salas de aula, uma sala de professores, uma biblioteca, uma sala de informática com 20 computadores de mesa e um laboratório de ciências.

Por fim, em sua sétima etapa, além da elaboração de uma proposta de sequência didática para a utilização do aplicativo por parte de professores de Química do Ensino Médio (encontra-se disponível no **Apêndice F**), foram feitas as atualizações finais, como, por exemplo, a inserção de um tutorial em vídeo com tradução simultânea em Libras, na versão beta 2 do aplicativo para a versão final do programa em função dos feedbacks apresentados pelos usuários (encontram-se disponíveis nos **Apêndices J**).

4.1. Arquitetura e desenvolvimento detalhado do aplicativo

Para a criação e desenvolvimento do aplicativo foi utilizada uma programação orientada a componentes, através da linguagem de programação Java e como *IDE* (ambiente de desenvolvimento integrado, em tradução livre) o *Android Studio* (<https://developer.android.com>). Este programa também é gratuito e permite que os desenvolvedores produzam, de forma rápida e simples, o ambiente interativo do aplicativo. Em função das particularidades do programa, o aplicativo foi desenvolvido apenas para tablets com tecnologia Android de 7 polegadas.

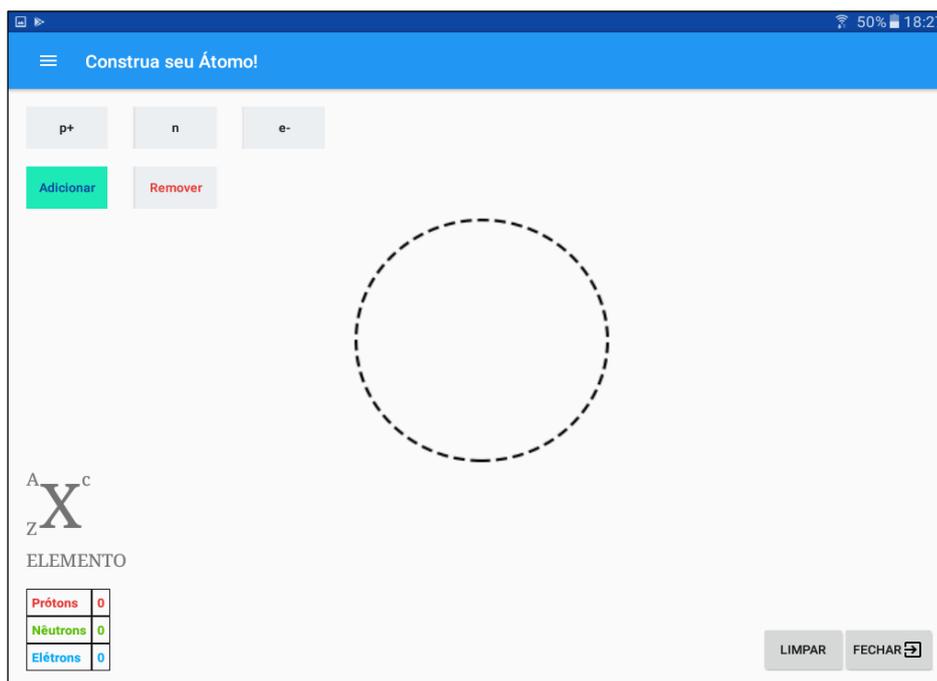
Em sua versão beta, o aplicativo contava com uma tela de apresentação (**Figura 2**) e uma janela de atividade inicialmente vazia com um círculo central representando a região do núcleo do átomo e círculos concêntricos ao primeiro, representando a região que contém os elétrons (eletrosfera), que eram preenchidas conforme o usuário fosse construindo a representação do átomo. Já em relação ao menu principal, localizado na lateral superior esquerda, estava sem funcionalidade nesse momento (**Figura 3**).

Figura 2 - Tela de apresentação em sua versão beta.



Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 3 - Tela de representação do átomo, inicialmente vazia, em sua versão beta.

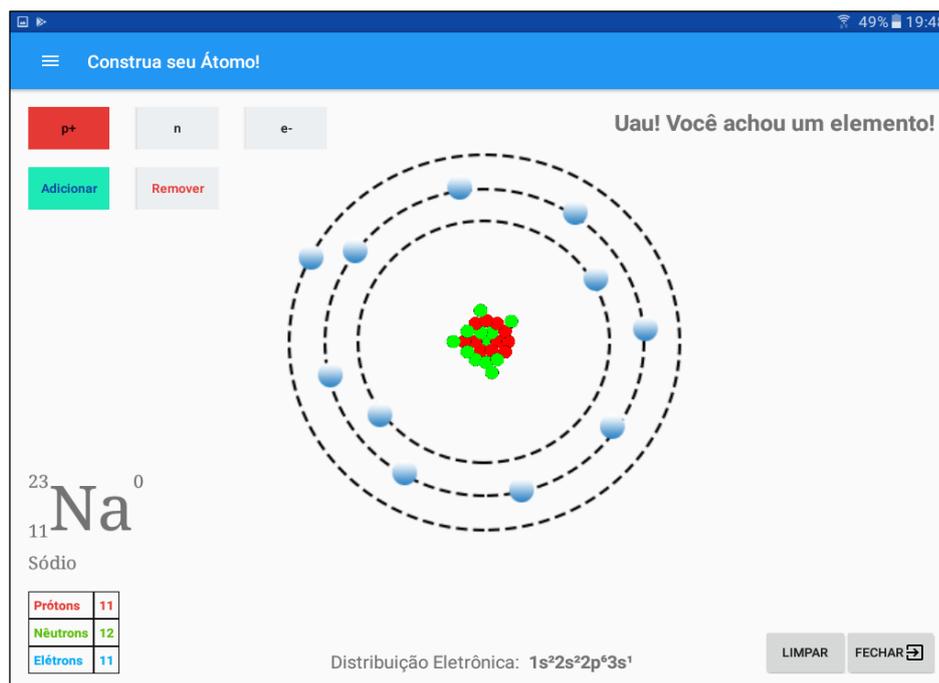


Fonte: Produção do próprio autor.

As partículas componentes do átomo (próton (p^+), nêutron (n) e elétron (e^-)) deveriam ser colocadas em suas respectivas regiões (núcleo ou eletrosfera) a partir das ferramentas localizadas na lateral superior esquerda da tela. Conforme as partículas fossem sendo adicionadas, o aplicativo apresentava o símbolo e o nome do elemento, seu número atômico (Z) e de massa (A) e sua distribuição eletrônica. Além disso, indicava se o elemento estava em sua forma neutra ou iônica (cátion ou ânion), apresentando, neste caso, a sua carga (+ ou -) (**Figura 4**).

Após as primeiras aplicações do software em sua versão beta (etapas II, III e IV), foram feitas atualizações no programa. Houve a inserção dos botões “tutorial” e “começar” (**Figura 5**), e, ao clicar no botão “tutorial”, o usuário era direcionado para as instruções por escrito sobre como usar o aplicativo e, ao clicar no botão “começar”, o usuário era direcionado para a tela de trabalho do aplicativo (local de representação do átomo).

Figura 4 - Representação do átomo de sódio preenchido em sua versão beta.



Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 5 - Tela de apresentação em sua versão beta 2.

The presentation screen features a central logo with the text 'CONSTRUA O SEU ÁTOMO' and a stylized atom model. Below the logo, it lists the development team: 'Desenvolvido Laboratório Didático de Química (LaDQuim) Instituto de Química - Universidade Federal do Rio de Janeiro'. The team members are: Antonio Carlos Oliveira Guerra (Professor - Dpto Química Inorgânica - UFRJ), Arthur de Andrade Barcellos (Engenharia Eletrônica e da Computação - UFRJ), Bruno de Almeida Bastos (Mestrando em Ensino de Química - UFRJ), Daniel Pinheiro da Silva Junior (Ciência da Computação - UFF), and Joaquim Fernando Mendes da Silva (Professor - Dpto Química Orgânica - UFRJ). A copyright notice states: 'O software educacional Construa Seu Átomo é de Propriedade Intelectual dos seus criadores e desenvolvedores, vinculados ao Laboratório Didático de Química (LaDQuim) do Instituto de Química da UFRJ. O seu uso e distribuição são livres e sua aplicação exclusivamente para fins educacionais. Portanto, o Construa Seu Átomo não pode ser comercializado ou alterado, em parte ou no todo, sem a expressa autorização dos autores.' The version is listed as 'Versão 2017.2'. There are logos for 'FAPERJ' and 'CAPES'. At the bottom, there are buttons for 'TUTORIAIS', a hand icon pointing to the right, and 'COMEÇAR'.

Fonte: Produção do próprio autor.

A segunda modificação foi a introdução de uma tabela periódica resumida, que podia ser ativada ou desativada pelo usuário ao clicar no botão “tabela desativada” para possíveis abordagens rápidas do docente ou discente no que diz respeito às relações entre a tabela periódica, modelo atômico de Rutherford-Bohr e distribuição eletrônica durante a representação de um átomo (**Figura 6**).

Figura 6 - Tabela periódica resumida em sua versão beta 2.

Construa seu Átomo!

Tabela Periódica

au! Você achou um elemento!

23. **Na**
11
Sódio

Prótons	11
Nêutrons	12
Elétrons	11

Distribuição Eletrônica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

TABELA ATIVADA

LIMPAR FECHAR

Fonte: Produção do próprio autor.

A terceira modificação foi a implantação de uma tabela periódica completa no menu principal para consultas ou discussões mais aprofundadas a respeito dos assuntos anteriormente mencionados (**Figura 7** e **Figura 8**). Essas modificações configuraram o programa para a versão beta 2.

Figura 7 - Tabela completa no menu principal em sua versão beta 2.

Construa seu Átomo!

- ✓ Experimentar!
- Tabela Completa
- Tutorial
- Tutorial em vídeo

TABELA DESATIVADA

LIMPAR FECHAR

Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 8 - Tabela periódica completa em sua versão beta 2.

Tabela Periódica

Fonte: Produção do próprio autor.

Por último, em sua versão final, ocorrida na etapa VII da metodologia, o diferencial em relação a uma abordagem mais específica para turmas inclusivas, foi o upgrade com o inserção de um tutorial em vídeo traduzido para a Linguagem Brasileira de Sinais (Libras) (Figura 9 e 10) com a colaboração da intérprete Ivanete Macedo de Freitas, que pode ser acessado através do botão “tutorial” na tela de apresentação (Figura 5) ou em “tutorial em vídeo” no menu principal (Figura 7). Além desse vídeo traduzido para Libras, foi criado um tutorial por escrito com o funcionamento detalhado do programa que encontra-se disponível no **Apêndice K**.

Figura 9 - Tutorial em vídeo.

TUTORIAL EM VÍDEO

1- INTRODUÇÃO:
Este tutorial tem por objetivo explicar o funcionamento do aplicativo “Construa Seu Átomo” que é um software que trata sobre o conceito de estrutura atômica segundo o modelo atômico de Borh, que é um tema tratado dentro do currículo de Química.

O público alvo são alunos com necessidades especiais, especificamente discentes surdos, da disciplina de Química da rede pública de ensino básico ou superior. Contudo, o software poderá ser utilizado por alunos sem necessidades, tendo como referência a Lei 13.146, de 06 de julho de 2015, em especial o seu Art.28.

Por meio do aplicativo, os alunos poderão representar a estrutura eletrônica de um átomo, segundo o modelo atômico de Bohr, adicionando ou removendo prótons, nêutrons e elétrons. A representação permite aos alunos conferir o número de prótons, nêutrons e elétrons, o símbolo e o nome do elemento químico, o número de massa, o número atômico, a carga e, por fim, a distribuição eletrônica.

2- MATERIAL NECESSÁRIO PARA UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO:

- Dispositivo móvel (tablet), de 7 polegadas ou mais, com sistema operacional Android®.
- Aplicativo “Construa Seu Átomo” .

3- RESUMO DO FUNCIONAMENTO:

- É fundamental que o aplicativo esteja instalado corretamente no dispositivo móvel (tablet).
- Ao executar o “Construa seu átomo”, o usuário visualizará a tela de apresentação do aplicativo e os botões Tutorial

Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 10 - Tutorial em vídeo com tradução simultânea em Libras sendo executado.



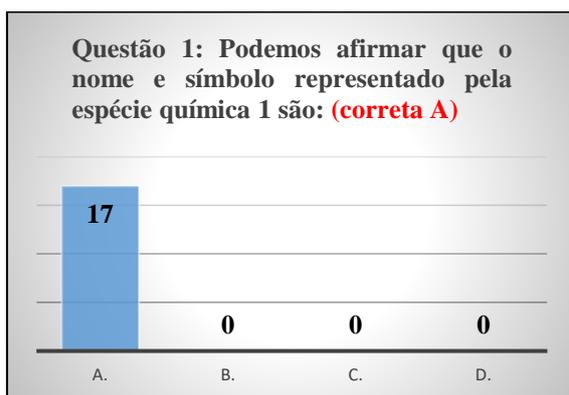
Fonte: Produção do próprio autor.

Em suma, o aplicativo segue o modelo atômico de Bohr, pensando em níveis de energia e restringindo o número de elétrons por nível. Entretanto, o modelo de átomo nuclear de Rutherford e uma visão do átomo quântico também são abordados através da estrutura núcleo-eletrosfera manuseada pelo usuário e da distribuição eletrônica do elemento representado.

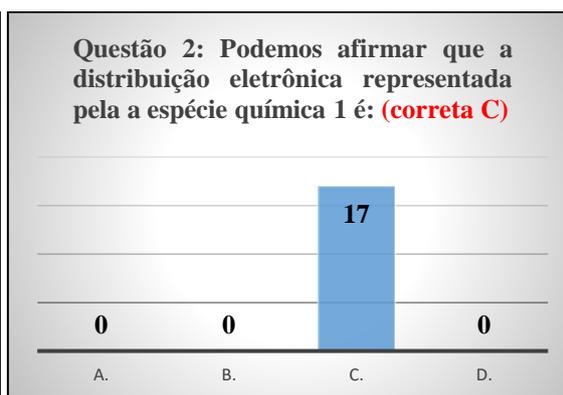
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o desenvolvimento do aplicativo em sua versão Beta, elaboração de um roteiro de atividades (**Apêndice A**) e de três questionários, sendo eles sobre a avaliação do conteúdo abordado no roteiro (**Apêndice B**), a usabilidade do aplicativo por parte de professores (**Apêndice C**) e outro por parte dos alunos (**Apêndice D**), foi posta em prática a primeira aplicação. A etapa II da pesquisa foi aplicada para 17 alunos (professores especialistas na disciplina de Química) do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química (PEQui) utilizando o *software* desenvolvido, roteiro de atividades e os questionários sobre o conteúdo abordado e usabilidade da ferramenta. Observou-se com os resultados ao fim de cada questão, que esses docentes ao utilizarem o aplicativo desenvolvido e seguirem o roteiro de atividades, não tiveram dificuldades em responder ao questionário, que fazia referência ao conteúdo de estrutura atômica, como pode ser visto nos resultados dos gráficos a seguir.

Gráfico 1 - respostas referentes a questão 1. **Gráfico 2** - respostas referentes a questão 2.

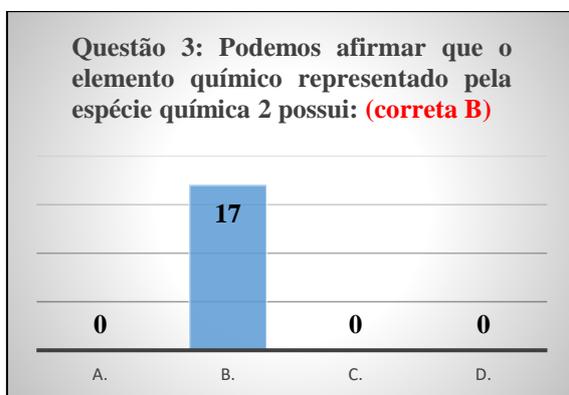


Fonte: Produção do próprio autor.

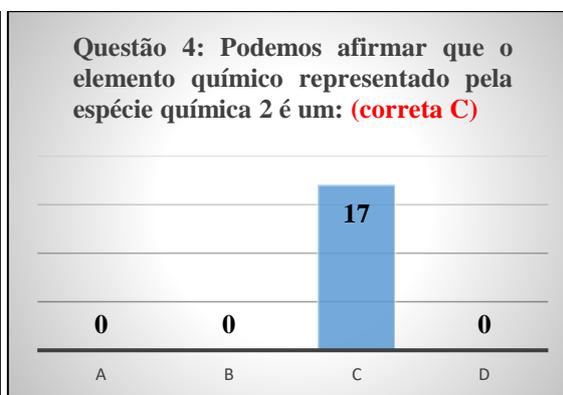


Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 3 - respostas referentes a questão 3. **Gráfico 4** - respostas referentes a questão 4.

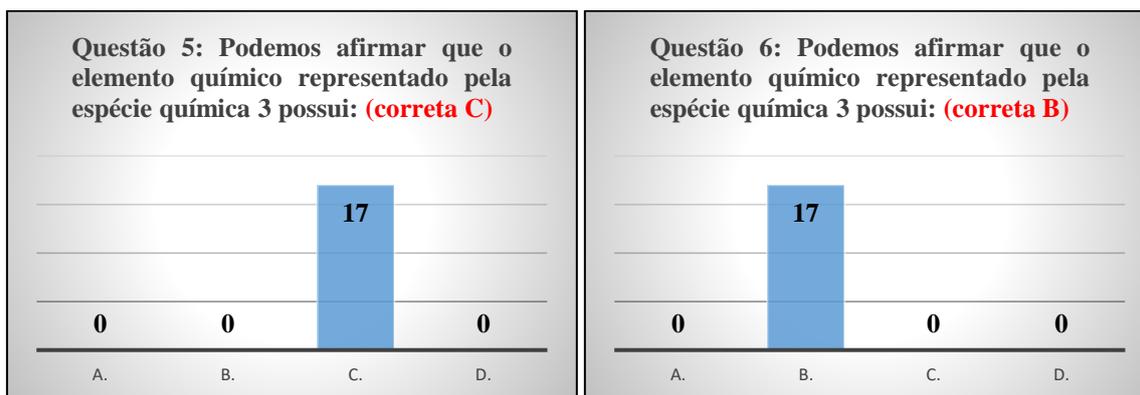


Fonte: Produção do próprio autor.



Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 5 - respostas referentes a questão 5. **Gráfico 6** - respostas referentes a questão 6.



Fonte: Produção do próprio autor.

Fonte: Produção do próprio autor.

Era de se esperar que os resultados, quanto ao conteúdo abordado, fossem satisfatórios, pois tratavam-se de profissionais da área de Química e que pode ser explicado através da semiótica de Peirce, que nos informa que a semiose é um processo de significação na qual o signo pode ser entendido como algo que representa outro (objeto) e o signo por sua vez produz na mente dos professores (interpretante) um novo signo que traduz o significado do primeiro (PEIRCE, 2015). Esse processo de significação há de acontecer *ad infinitum*, pois ao longo da vida de um indivíduo acontecem uma série de interpretantes sucessivos (aperfeiçoamentos) e, neste caso dos docentes de Química, essa relação signo, objeto e interpretante, no que tange o conteúdo de estrutura atômica, ocorreu desde as primeiras semanas de aula do 9º ano do Ensino Fundamental II até os dias atuais. Para além dos resultados positivos quanto às respostas obtidas em cada questão, um outro fator muito importante deve-se ao fato de os especialistas na área de química não terem levantado nenhum questionamento sobre a ferramenta avaliativa proposta.

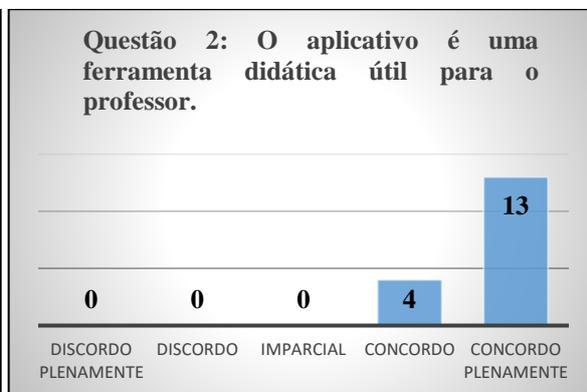
No que diz respeito ao questionário de avaliação sobre a funcionalidade do aplicativo (**Apêndice C**) respondido pelos docentes, um dos pontos principais e esperados desta aplicação, nas questões 1 e 2, 100% dos respondentes concordaram quanto ao aplicativo ser de fácil utilização e ser uma ferramenta didática útil ao professor no conteúdo de estrutura atômica. Na questão 3 e 4, que transcorria sobre a capacidade do aplicativo auxiliar o professor a identificar e corrigir, respectivamente, as dificuldades dos alunos dentro do tema abordado, nessa ordem, 29% dos docentes, em ambas as questões, apresentaram-se imparciais sobre a potencialidade da ferramenta tecnológica contribuir com a identificação e correção dos problemas apresentados pelos discentes no conceito químico discutido. Na questão 5, apenas 59% dos professores concordaram na possibilidade em utilizar o Construa Seu Átomo como ferramenta de avaliação e, finalmente, na última pergunta, 76% dos especialistas concordaram quanto a

questão de o programa não tumultuar o andamento da aula, conforme pode-se observar nos gráficos a seguir.

Gráfico 7 - respostas referentes a questão 1. **Gráfico 8** - respostas referentes a questão 2.

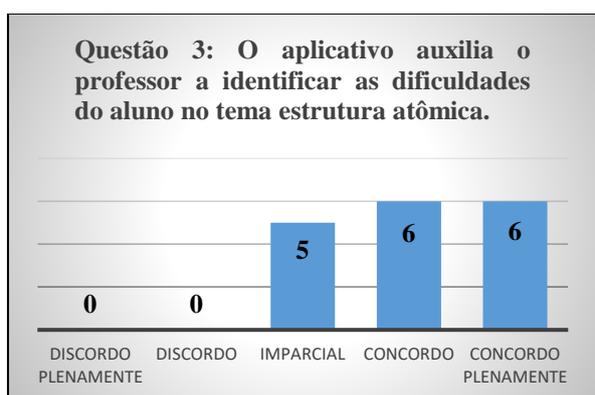


Fonte: Produção do próprio autor.



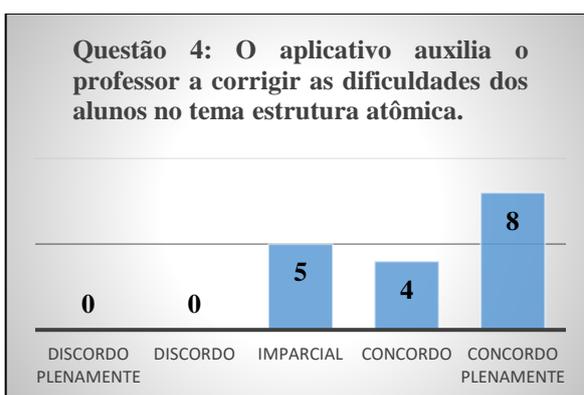
Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 9 - respostas referentes a questão 3.



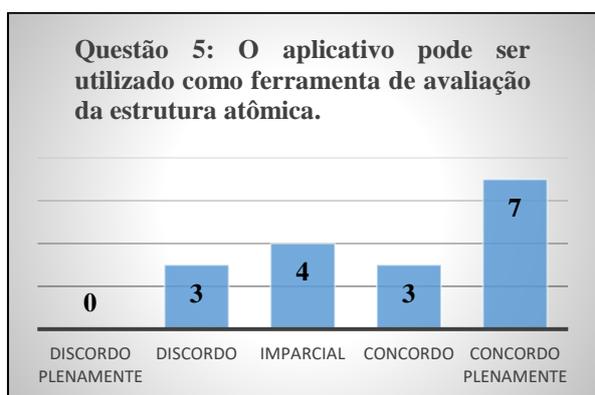
Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 10 - respostas referentes a questão 4.



Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 11 - respostas referentes a questão 5.



Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 12 - respostas referentes a questão 6.



Fonte: Produção do próprio autor.

Apesar de as respostas trazerem resultados positivos quanto a utilização da ferramenta como um potencial recurso pedagógico por parte dos docentes, a imparcialidade de alguns

professores, mesmo sendo a minoria, traz algumas informações pertinentes. Isso pode ser um indicativo de um possível receio ou até mesmo resistência na utilização das tecnologias digitais e suas potencialidades dentro de sala de aula, mesmo sabendo que na realidade atual exista essa necessidade de atender aos desafios impostos pela geração Z⁴ e ao fato de os docentes terem uma possível dificuldade, principalmente os mais antigos, em experimentarem novas estratégias de ensino apoiadas nas tecnologias digitais. Pode-se destacar também que essa neutralidade pode ser atribuída a não utilização (experimentação) do aplicativo com suas turmas para que pudessem tirar suas próprias conclusões acerca das potencialidades do dispositivo desenvolvido. Sobre a utilização do aplicativo como ferramenta de avaliação da temática abordada, é compreensível que 41% dos docentes coloquem-se imparciais ou até mesmo discordem da utilização do aplicativo como ferramenta avaliativa, logo que, infelizmente, um dos possíveis motivos seja a utilização da avaliação tradicional como instrumento avaliativo ser o método utilizado atualmente nas instituições de ensino. De fato, esse é apenas um dos grandes desafios a serem enfrentados pelos profissionais de educação da rede estadual de ensino do Estado do Rio de Janeiro, além do excesso de conteúdo ensinado, condições precárias de trabalho e poucos tempos de aula são apenas alguns exemplos.

Ao fim do questionário de usabilidade da ferramenta e suas potencialidades em sala de aula, os professores apresentaram sugestões e críticas muito proveitosas que serviram de base para a atualização do aplicativo para versão beta 2 e algumas reflexões. Seguem abaixo algumas dessas opiniões:

Professor 2: “Em relação a questão 6 (o aplicativo tumultua ou dificulta o trabalho didático do professor): depende da turma (comportamento). Acredito ser esta uma ferramenta útil e de fácil compreensão que aproxima o professor do mundo digital do aluno e pode ser utilizado como material complementar em atividades didáticas.”

Professor 3: “O aplicativo é uma ferramenta interessante ao “olhar dos educandos” sendo sua utilização em sala de aula contribuirá positivamente no interesse. Na construção do átomo, poderia aparecer a distribuição eletrônica, junto a construção do átomo, mais evidente (cor chamativa). Também acharia interessante aparecer o nome das camadas: K, L, M, ..., além de indicar a camada de valência e subnível mais energético... Na tabela também poderia aparecer o número de massa de cada elemento.”

Professor 4: “Muito fácil e divertido usar o aplicativo. Só não sei dizer se é uma boa ferramenta de avaliação e também de identificar as dificuldades dos alunos. Mas certamente auxilia e facilita o professor.”

Professor 5: “Utilizar no aplicativo o uso da tabela periódica.”

Professor 7: “O aplicativo é show!! Ainda possui dúvidas sobre a aplicabilidade em sala de aula... Como aplicar??”

⁴ Pessoas nascidas entre os anos 2000 e 2010.

Professor 11: "Muito útil para o professor e um grande facilitador para construir modelo atômico."

Professor 15: "O fato do aplicativo fornecer a representação do elemento químico pode influenciar na habilidade do aluno de saber usar a tabela periódica, o que, de forma alguma invalida a utilização desse aplicativo tão interessante."

Professor 16: "Sugiro que verifique a possibilidade de projeção através de projetor."

Todas as sugestões e críticas apresentadas durante a aplicação estão disponíveis no **Apêndice H**. A partir dos comentários feitos pelos docentes foram feitas algumas atualizações no aplicativo, como a inserção da distribuição eletrônica, tabela periódica, tutorial em vídeo além de algumas modificações no *layout*. Mesmo sabendo da importância da utilização das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem percebe-se algum receio por parte de alguns docentes quanto às potencialidades da ferramenta no que diz respeito à identificação e correção de falhas no processo de aprendizagem do conteúdo abordado (o que impacta diretamente na sua utilização ou não como instrumento avaliativo), mas como já mencionado anteriormente, talvez seja em função da sua não experiência e aplicação da ferramenta em sala de aula. Por outro lado, a fala do professor 11 afirma que o aplicativo é "Muito útil para o professor e um grande facilitador para construir modelo atômico", demonstrando que as ferramentas digitais e a utilização dos signos no processo de significação (para trazer à tona esse mundo microscópico e abstrato que tanto atormenta a vida dos discentes) pode vir a ser um recurso valioso nesse processo de significação do átomo.

Ao longo da aplicação alguns professores demonstraram dificuldades em relação a aplicabilidade da ferramenta pedagógica dentro do seu campo de trabalho. Como pode ser evidenciada nas sugestões/críticas apresentadas no questionário sobre usabilidade e aplicabilidade do programa em sua rotina de aula, a fala do professor 7 traz um questionamento: "O aplicativo é show!! Ainda possuo dúvidas sobre a aplicabilidade em sala de aula... Como aplicar??". Portanto, através do exposto viu-se a necessidade da criação de uma proposta de sequência didática como documento norteador de possíveis aplicações do programa em suas atividades pedagógicas, sejam elas antecedentes ou subsequentes ao conteúdo trabalhado.

Um dos problemas enfrentados durante as aplicações foi a não disponibilidade de *tablets* por parte das instituições de ensino. Esta dificuldade pode ser solucionada utilizando um dispositivo chamado "adaptador de vídeo tipo-c para HDMI" (**Figura 11**), que permite a conexão de um celular ou *tablet* com projetor conforme exposto pelo professor 16. Dessa forma, não seria necessária a disponibilização de diversos *tablets* pelas unidades de ensino, tornando

mais viável a utilização do aplicativo para discussão do conteúdo de estrutura atômica em sala de aula visto que não seria necessária a aquisição de diversos dispositivos móveis.

Figura 11 - adaptador de vídeo tipo-c para HDMI.

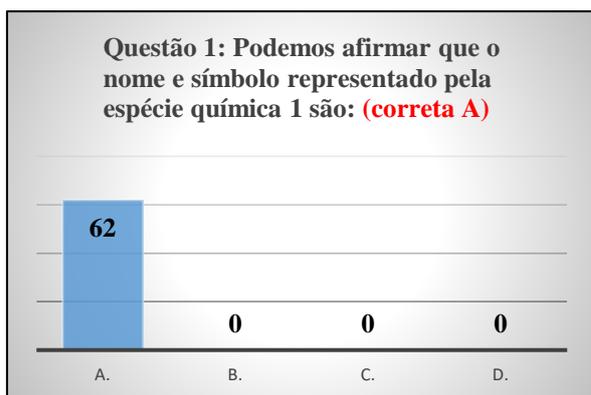


Fonte: Mercado livre (Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2021182450-cabo-adap-usb-30-tipo-c-thunderbolt-30-x-hdmi-usb-3-tipo-c>. Acessado em 01 abr. 2022.).

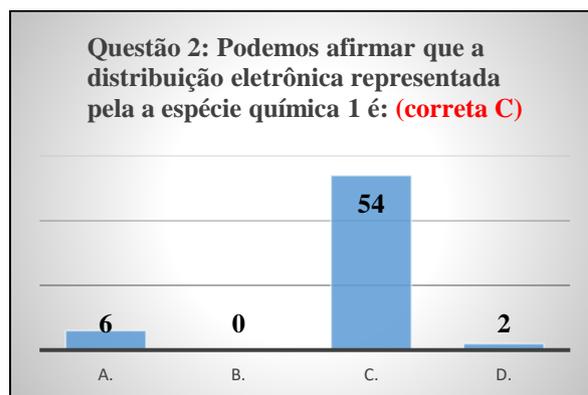
Após a aplicação do programa, roteiro e questionários aos docentes especialistas na disciplina de Química do PEQui, seguiu-se as próximas etapas do projeto que constituiu-se na aplicação do roteiro de atividades (**Apêndice A**) e dos questionários (conteúdo abordado no roteiro (**Apêndice B**)) e usabilidade da ferramenta (**Apêndice D**) para 25 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública, localizada no bairro de Jardim Mariana em Duque de Caxias – Rio de Janeiro e outra para 37 discentes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola particular, localizada no centro de Duque de Caxias – Rio de Janeiro (fotos das atividades podem ser acessadas no **Apêndice G**). Ressalta-se que durante a aplicação na instituição pública foram utilizados seis *tablets* Samsung de 7” polegadas cedidas pelo LaDQuim e na instituição privada foram utilizados 30 *tablets* Positivo de 7” polegadas fornecidos pela própria escola. Em ambas as escolas o aplicativo foi utilizado como um reforço de conteúdo, logo que os conceitos de estrutura atômica já tinham sido abordados pelos professores.

De forma geral e qualitativa, conforme pode-se observar nos gráficos a seguir, os alunos não apresentaram problemas nas questões 1, 2, 3 e 5, que versavam, respectivamente, em identificar o símbolo do elemento químico e a distribuição eletrônica da espécie Química 1, indicar o número de camadas da espécie Química 2 e apontar quantos prótons o átomo de Berílio possuía. Na questão 4, 29% dos discentes indicaram dificuldades em observar a carga negativa da espécie Química 2 e, por fim, na questão 6, 21% dos alunos apontaram equívocos em informar quantos elétrons o elemento químico neutro continha na espécie Química 3. Curiosamente, ambas as indagações estão relacionadas à carga da espécie Química em questão.

Gráfico 13 - respostas referentes a questão 1. **Gráfico 14** - respostas referentes a questão 2.

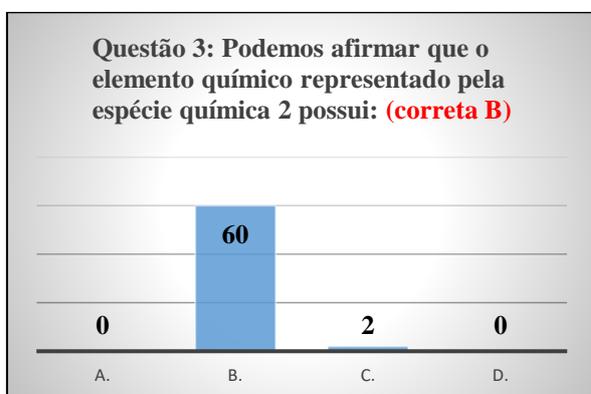


Fonte: Produção do próprio autor.

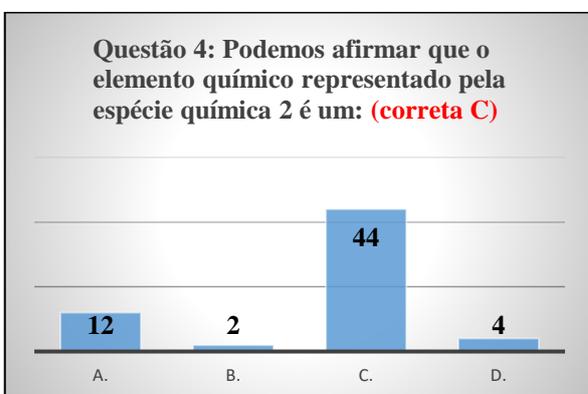


Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 15 - respostas referentes a questão 3. **Gráfico 16** - respostas referentes a questão 4.

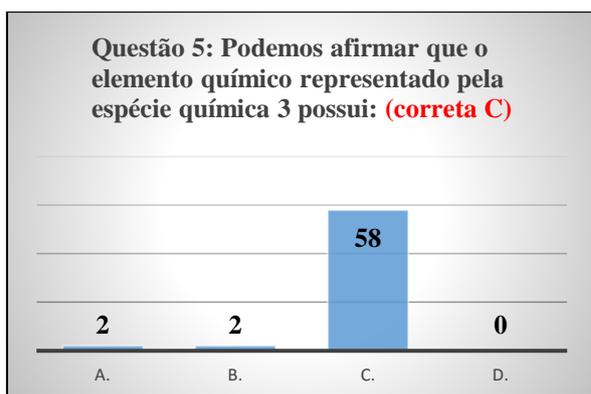


Fonte: Produção do próprio autor.

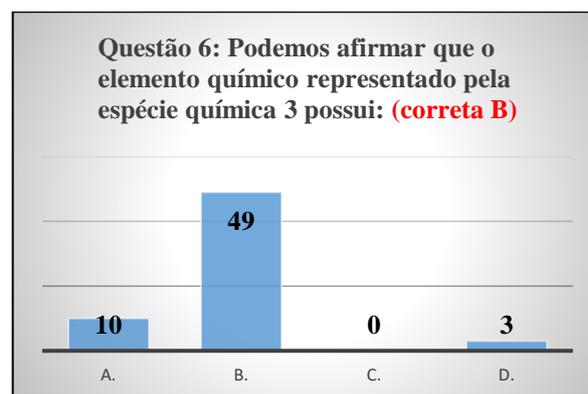


Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 17 - respostas referentes a questão 5. **Gráfico 18** - respostas referentes a questão 6.



Fonte: Produção do próprio autor.



Fonte: Produção do próprio autor.

Os resultados apontados demonstram, mesmo que de forma superficial e não em sua maioria, as muitas dificuldades e os problemas apresentados na esfera do ensino da Química no que diz respeito a interpretação dos signos químicos e sua compreensão conceitual, como pode ser observado nas questões 4 (espécie carregada negativamente) e 6 (espécie neutra), os dois casos tratavam da neutralidade ou não de uma espécie Química. No entanto, esse equívoco

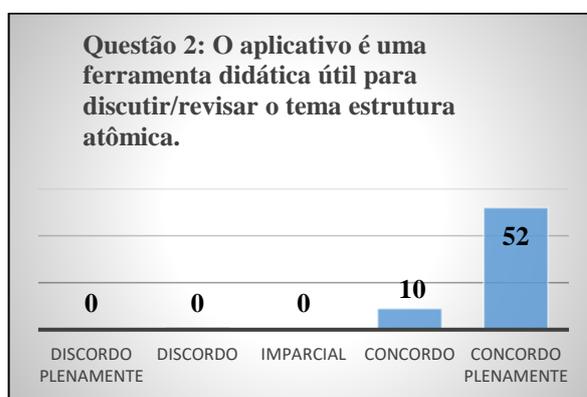
também pode ter sido em função do tamanho da carga apresentada na tela do dispositivo, o que fez com que em uma próxima atualização do programa fosse feito um aumento no tamanho da fonte relacionada a esse signo exibido durante a representação do átomo pelo usuário.

Ainda em relação à aplicação da atividade com 1º ano do Ensino Médio das instituições pública e privada, agora referente ao conjunto de perguntas relacionadas à funcionalidade do aplicativo (**Apêndice D**), de forma semelhante aos professores, 100% dos alunos concordaram, nas assertivas 1 e 2, tanto ao fato do aplicativo ser de fácil utilização, quanto a ser uma ferramenta didática útil para discutir e revisar o conteúdo de estrutura atômica. Nas questões 3 e 4, que discorriam sobre a capacidade do aplicativo auxiliar o aluno a identificar e diminuir suas dúvidas sobre o tema em questão, apenas 10% e 5%, respectivamente, dos discentes mostraram-se imparciais, exceto um único aluno que discordou na questão 3, em relação à grande maioria que concordou com a potencialidade do programa em ajudá-los a identificar e diminuir suas dúvidas. Na pergunta 5, 95% dos alunos concordaram com a possibilidade de serem avaliados dentro desse conteúdo químico utilizando o Construa Seu Átomo e, por fim, 82% discordaram quanto ao fato do aplicativo tumultuar o prosseguimento da aula, conforme observa-se nos gráficos a seguir.

Gráfico 19 - respostas referentes a questão 1. **Gráfico 20** - respostas referentes a questão 2.

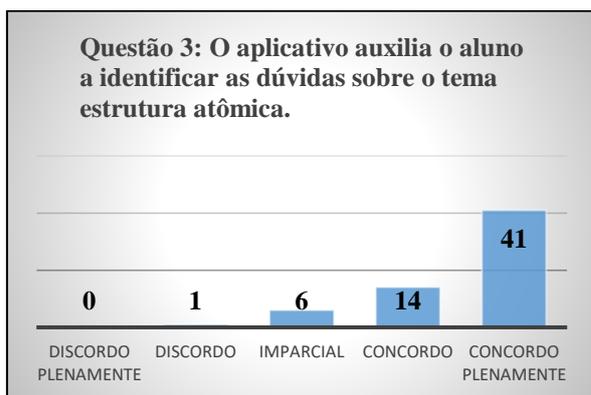


Fonte: Produção do próprio autor.

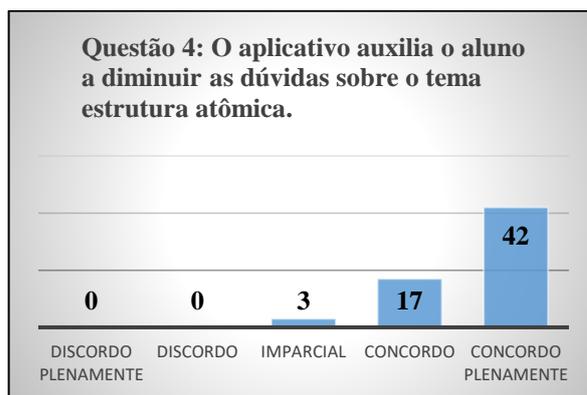


Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 21 - respostas referentes a questão 4. **Gráfico 22** - respostas referentes a questão 3.

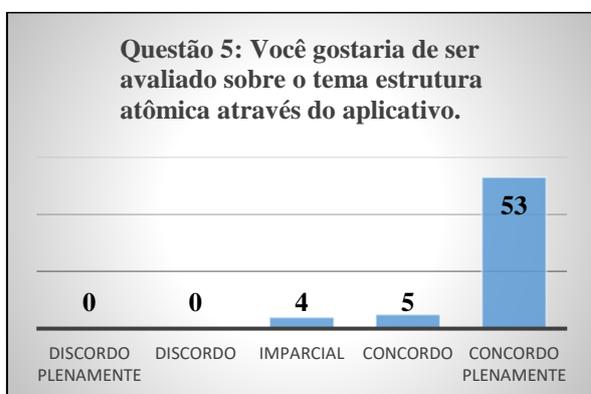


Fonte: Produção do próprio autor.

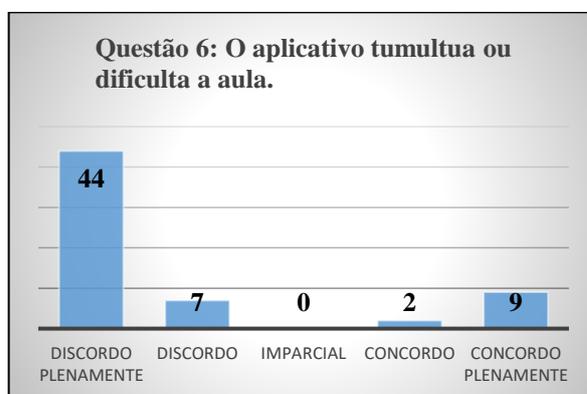


Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 23 - respostas referentes a questão 5. **Gráfico 24** - respostas referentes a questão 6.



Fonte: Produção do próprio autor.



Fonte: Produção do próprio autor.

É importante salientar que a pesquisa destinava-se a aferir as potencialidades do aplicativo como ferramenta de auxílio do processo de ensino e aprendizagem da temática de estrutura atômica em turmas inclusivas. De forma puramente experimental, sem a interferência do docente responsável ou autor do presente trabalho no momento da aplicação, os alunos puderam, através dos erros e acertos, identificar e sanar algumas das dúvidas em relação a cada uma das espécies químicas representadas utilizando apenas o aplicativo desenvolvido. Pois, à medida que os alunos manuseavam o dispositivo, com inserção de prótons, nêutrons e elétrons, as informações pertinentes àquelas inserções eram apresentadas na tela do aplicativo. Após a aplicação da referida pesquisa, os professores regentes decidiram retomar às dúvidas/discussões remanescentes dos alunos que ocorreram ao longo da aplicação.

Outro fator que também pode ser observado a partir dos resultados obtidos com os discentes, para além das potencialidades dos recursos digitais como ferramenta de apoio pedagógico, é o anseio em serem avaliados de uma forma diferente da tradicional utilizada atualmente na maioria das escolas.

Nessas primeiras aplicações, os resultados permitiram a descrição de como o aplicativo está sendo avaliado e recebido pelos alunos e professores, sua funcionalidade e aplicabilidade, se auxilia em um bom entendimento do conteúdo abordado e, também, demonstra a importância desta combinação das tecnologias digitais com a semiótica permitindo uma maior capacidade de organização, interpretação e utilização dessas linguagens em situações-problema que o mundo venha a apresentar e que envolvam a utilização do letramento científico para compreender, explicar e prever soluções para desafios, vindo ao encontro com a competência específica 3 das ciências da natureza proposta de BNCC (2018).

Para além do questionário de avaliação do conteúdo e da funcionalidade do aplicativo em questão, no fim do formulário foi solicitado aos discentes, assim como foi feito com os docentes, que expressassem suas sugestões e críticas (**Apêndice I**) quanto ao programa *Construa Seu Átomo*. Seguem algumas delas:

Aluno 1: “Achei bem legal, fácil e prático!”

Aluno 3: “Eu amei o aplicativo, gostaria se usar sempre nas aulas de química.”

Aluno 11: “É notório que o aplicativo é de fácil [*sic*] compreensão, bem estruturado, ampliou os meus conhecimentos. Disponibilizem para IOS por favor!”

Aluno 14: “Adorei o aplicativo, [*sic*] super facil de usar e realmente ajuda nas dúvidas.”

Aluno 15: “O aplicativo é ótimo, sem dúvidas me ajudou bastante em algumas dúvidas que eu tinha em relação a matéria também.”

Aluno 16: “Eu amei tira bastante [*sic*] duvidas.”

Aluno 20: “Eu gostei muito do aplicativo, ele é bem util e facilita bastante na hora de aprender.”

Aluno 24: “Ele podia explicar um pouco de [*sic*] eletrons, [*sic*] neutrons e [*sic*] protons. E podia botar a tabela periódica. Mas ele é muito bom. Facilitou muito.”

Aluno 25: “O aplicativo é bom, pois ele auxilia bastante a encontrar os elementos químicos, e também ajuda a fazer a distribuição eletrônica.”

Aluno 26: “O aplicativo poderia especificar mais o que são prótons, [*sic*] neutrons, e elétrons, achei ele um aplicativo ótimo e bem útil para a aprendizagem dos alunos.”

Aluno 27: “O app está excelente, mas seria mais apropriado uma tabela periódica para consulta.”

Aluno 29: “Gostei do App, ele ajuda a tirar dúvidas e facilita ao desenhar os átomos, e também adoraria utilizar durante uma avaliação, porém poderia colocar a tabela periódica.”

Aluno 31: “Esse aplicativo é bastante interessante e ajuda muito o aluno, as vezes a pessoa tem alguma dúvida com isso, mas esse aplicativo tira todas as dúvidas. Ele é muito bom e eu encontrei facilidade pra fazer as coisas.”

Aluno 32: “Achei muito [*sic*] util e ajuda muitos alunos que tem dificuldade em aprender a [*sic*] materia e auxiliaria muito nas aulas.”

Aluno 33: “O aplicativo é muito bom, ajudou bastante, apoio mais avaliações desse tipo.”

Aluno 35: “O App é de fácil utilização, isso é bom. Porém no quesito estético, ele é muito simples, eu acho que “dava” ter uma coloração ou algo do tipo.”

Aluno 37: “O aplicativo é bem fácil de ser utilizado, facilita bastante na hora de identificar os elementos químicos. Poderia ter uma janela com jogos ou exercícios para ajudar mais ainda no aprendizado.”

Aluno 39: “O aplicativo é bom, ajuda a entender a matéria, mas poderia melhorar a explicação, sobre isótopos, isóbaros, fora isso o aplicativo auxilia muito no entendimento da matéria.”

Aluno 42: “Poderia haver uma avaliação no aplicativo, indicando erros e acertos.”

Aluno 44: “O aplicativo é de fácil utilização, mas as informações poderiam aparecer mais expandidas, contendo pequenas explicações e resumos.”

Aluno 47: “Eu adorei o App, pois ele me orientou na construção de um átomo e tirou minhas dúvidas da eletrosfera.”

Aluno 49: “Eu achei o aplicativo uma excelente ferramenta didática e de fácil entendimento, o único problema é que nos tablets a letra é muito clara [*sic*] didificando o entendimento da distribuição eletrônica.”

Aluno 52: “Gostei bastante do aplicativo, principalmente que não necessita de internet.”

Aluno 57: “O aplicativo é bom, fácil de se usar e ajuda muito a tirar dúvidas. Não tenho o que reclamar e espero que ele lance para todos usarmos.”

Assim como foi feito com as opiniões apresentadas pelos docentes na primeira aplicação do software, roteiro e questionários, fez-se uma análise do *feedback* fornecido pelos usuários – os discentes – e a partir dessas ideias apresentadas foram feitas algumas atualizações importantes no aplicativo, como, por exemplo, melhorias no *layout* visual de forma a deixar as informações apresentadas mais legíveis e a inserção da tabela periódica, esta última, que já tinha sido requisitada pelos professores.

Além das melhorias que puderam ser feitas no programa, a análise qualitativa dos resultados permitiu observar opiniões mais frequentes e favoráveis à utilização do aplicativo em sala de aula e até mesmo como método avaliativo, acentuando a fácil utilização e compreensão do programa com o conteúdo abordado, mitigando possíveis dúvidas que possam surgir inerentes ao processo de ensino da Química, conforme pode ser visto nos comentários dos alunos apresentados anteriormente.

Algo relevante e que merece ser discutido aqui, remete-se à fala de alguns discentes, alunos 24, 26 e 39, em relação a um maior aprofundamento sobre alguns assuntos, como, explicar um pouco mais sobre as subpartículas (próton, nêutron e elétron) e semelhanças atômicas (isótopos, isóbaros e isótonos). Neste caso, reforça-se que esse não era um dos objetivos propostos neste trabalho, logo que a ideia principal do projeto era desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis (*tablet*) que auxiliasse no processo de ensino no que compete à temática de estrutura atômica. Acredita-se que o aplicativo seja uma ferramenta útil

– de apoio pedagógico – para o professor e aluno, aproximando-os do mundo digital, auxiliando e enriquecendo o processo de ensino e aprendizagem dos alunos. Portanto, enfatiza-se aqui a importância do professor nesse processo de mediação de forma didática e visual nesta ciência, que por ser submicroscópica é extremamente pautada na utilização de signos intrínsecos à sua área. Dito isso, e que foi ratificado na fala dos alunos, o aplicativo é uma elogiável ferramenta de apoio e auxílio na aprendizagem do conceito de estrutura atômica. No entanto, entende-se que para aprofundamentos mais específicos é imprescindível a mediação do professor durante e/ou após sua utilização em sala de aula.

Após a análise de todas as sugestões e críticas apresentadas nas aplicações correspondentes às etapas II, III e IV, foi feita a atualização do aplicativo para a sua versão Beta 2 (etapa V). Mostrou-se necessária uma atualização do questionário respondido pelos discentes (**Apêndice E**) para inclusão e alteração de algumas perguntas sobre a usabilidade da ferramenta, assim como também algumas informações pertinentes para o trabalho acerca do público alvo que não foram solicitadas nas aplicações anteriores. Por exemplo, se o usuário possui algum tipo de deficiência e qual seria, a idade, a experiência com dispositivos móveis, se a tela do dispositivo é representada de forma clara ou confusa, a confortabilidade em utilizar o *software*, se o tutorial apresentado está claro ou confuso, se o aplicativo ajuda a discutir/revisar ou diminuir as dúvidas relacionadas ao conteúdo abordado, se utilizaria o aplicativo com frequência, e por fim, se recomendaria o programa para outras pessoas.

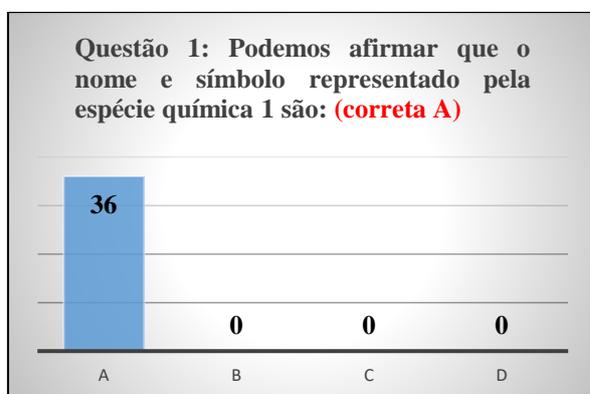
A penúltima etapa (VI) pertencente à pesquisa constituiu-se na aplicação do roteiro de atividades (**Apêndice A**) e dos questionários (conteúdo abordado no roteiro (**Apêndice B**) e usabilidade da ferramenta (**Apêndice E**) para 36 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola privada, localizada no bairro de Rocha Miranda – Rio de Janeiro, onde a atividade foi utilizada como um reforço de conteúdo, logo que os conceitos de estrutura atômica já tinham sido abordados pelo professor. A instituição privada forneceu os 20 computadores de mesa da sala de informática para o acesso dos alunos ao aplicativo e posterior aplicação do roteiro e questionários. Neste caso, e com antecedência, foi solicitado ao estagiário de informática do colégio que instalasse nos computadores o aplicativo *BlueStacks*⁵ e o *software* “Construa seu átomo” para realização da atividade. Essa forma de aplicação com os computadores de mesa foi muito interessante, pois demonstrou que não há necessidade de apenas dispositivos móveis (*tablets*) para utilização do aplicativo desenvolvido no projeto, desde que os *softwares*

⁵ O *software BlueStacks* permite que aplicativos *Android* rodem em computadores Windows e Macintosh.

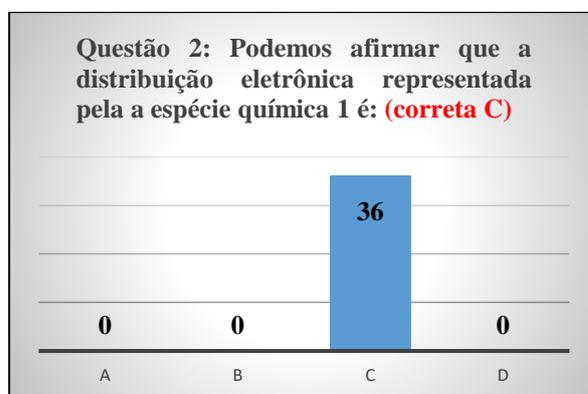
necessários sejam previamente instalados nos *desktops* para realização da tarefa. Reforça-se que somente é necessária a utilização da *internet* para a instalação dos programas, pois os aplicativos (*BlueStacks* e *Construa seu Átomo*) funcionam *offline* (sem utilização da *internet*).

Com os dados representados nos gráficos abaixo e de forma qualitativa, pode-se observar que de forma geral os alunos não apresentaram grandes dificuldades nas resoluções das questões que abordavam o conteúdo discutido no aplicativo. Em sua totalidade, 100%, os discentes não cometeram equívocos nas questões 1, 2 e 3 que versavam, respectivamente, em identificar o signo correspondente ao símbolo do elemento químico na espécie Química 1, a distribuição eletrônica da espécie Química 1 e o número de camadas eletrônicas presentes na espécie Química 2. Nas questões 4 e 5, 11% e 6%, respectivamente, dos participantes indicaram dificuldades em observar a carga negativa da espécie Química 2 e assinalar a alternativa que informava o número de prótons que o átomo de Berílio possuía. Por fim, na questão 6, 11% dos alunos cometeram descuidos ao informar quantos elétrons o elemento químico neutro continha na espécie Química 3. Por sinal, o mesmo percentual de erros foi observado tanto na questão 4 quanto na questão 6 onde, curiosamente, ambas estavam relacionadas a carga da espécie química em questão.

Gráfico 25 - respostas referentes a questão 1. **Gráfico 26** - respostas referentes a questão 2.

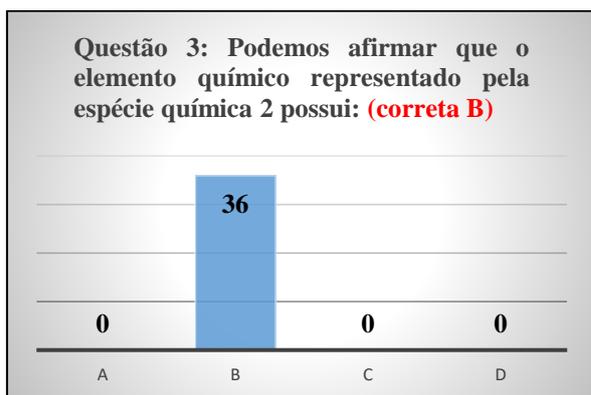


Fonte: Produção do próprio autor.

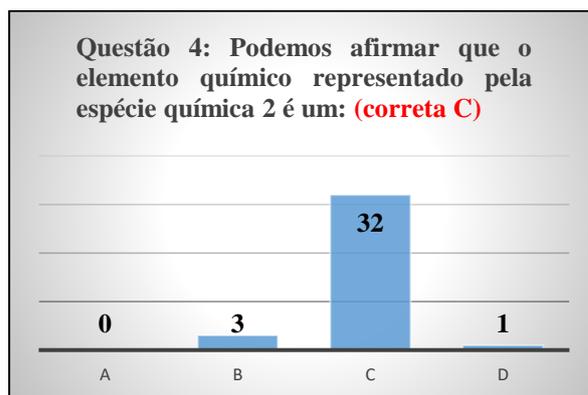


Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 27 - respostas referentes a questão 3. **Gráfico 28** - respostas referentes a questão 4.

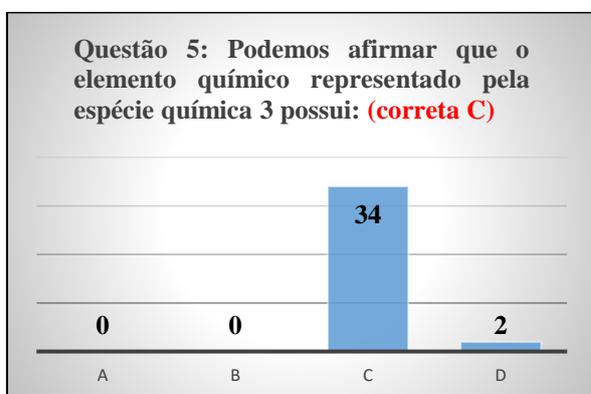


Fonte: Produção do próprio autor.

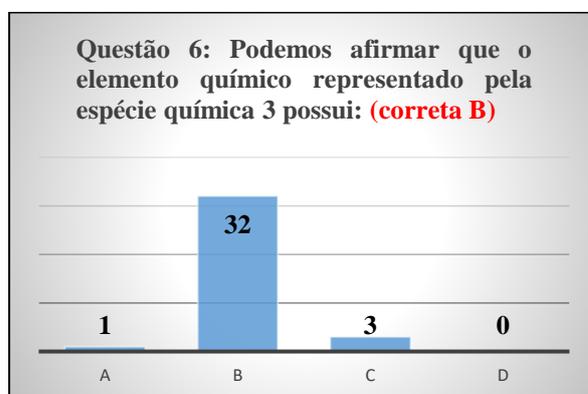


Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 29 - respostas referentes a questão 5. **Gráfico 30** - respostas referentes a questão 6.



Fonte: Produção do próprio autor.



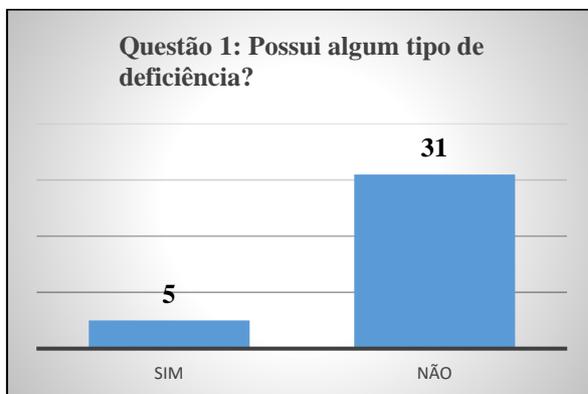
Fonte: Produção do próprio autor.

Os resultados apontados demonstraram mais uma vez algumas das dificuldades apresentadas no ensino da Química, que vão desde abstração, interpretação e compreensão dos modelos teóricos (que são representações sígnicas) pertencentes a um processo paulatino e inerente a cada ser humano. No entanto, foi possível ver uma evolução das aplicações feitas nas etapas III e IV em virtude das atualizações realizadas no aplicativo “Construa seu átomo” a partir das opiniões expostas dos alunos e professores. Por exemplo, nas questões dois, três, quatro e seis, que discorriam sobre distribuição eletrônica, número de camadas, carga do elemento químico e número de elétrons no átomo neutro de Berílio respectivamente, foram observadas melhorias significativas em relação ao número de erros cometidos pelos alunos entre as primeiras aplicações (Etapas III e IV) e a última aplicação (Etapa VI), logo que na questão dois o número de erros passou de 13% para 0%, na questão três de 3% para 0%, na questão quatro de 29% para 11% e na questão seis de 21% para 11%. Com exceção da questão cinco que questionava o número de prótons do átomo representado, o percentual de erros permaneceu inalterado em 6%. É possível que essas melhorias nos resultados devam-se às particularidades e realidades pertinentes a cada turma, mas também, às atualizações feitas no aplicativo a partir

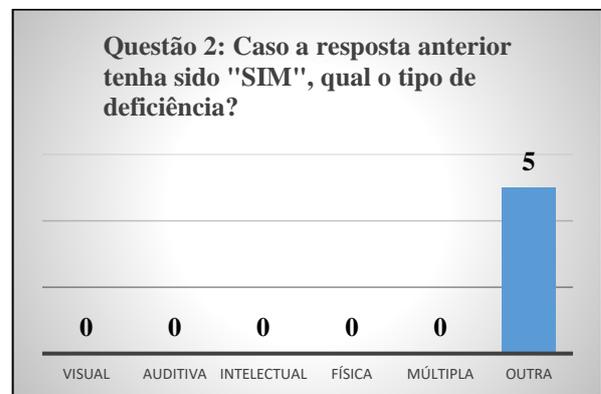
das opiniões dos usuários, como melhorias nas representações dos signos apresentados na tela do dispositivo, aumento do tamanho e alteração na cor da fonte fazendo com que esses alunos percebam de forma mais clara cada signo representado. Isso reforça a importância da teoria semiótica de Peirce quanto vir a ser um recurso valioso no processo de significação do átomo.

Por fim, como feito em todas as aplicações anteriores, além do questionário de avaliação do conteúdo abordado, foi solicitado aos alunos que respondessem a um outro atualizado sobre a usabilidade da ferramenta (**Apêndice E**) e que também expusessem suas opiniões e críticas acerca do *software* apresentado. Os resultados seguem apresentadas nos gráficos abaixo:

Gráfico 31 - respostas referentes a questão 1. **Gráfico 32** - respostas referentes a questão 2.

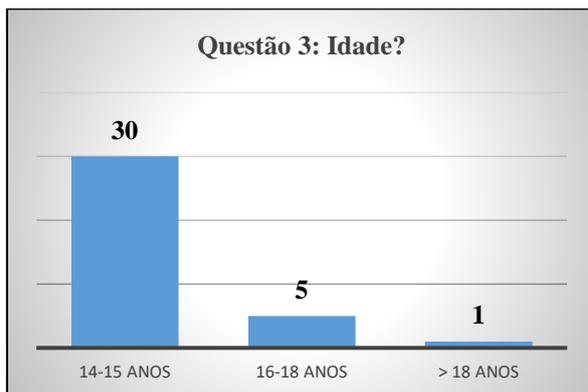


Fonte: Produção do próprio autor.

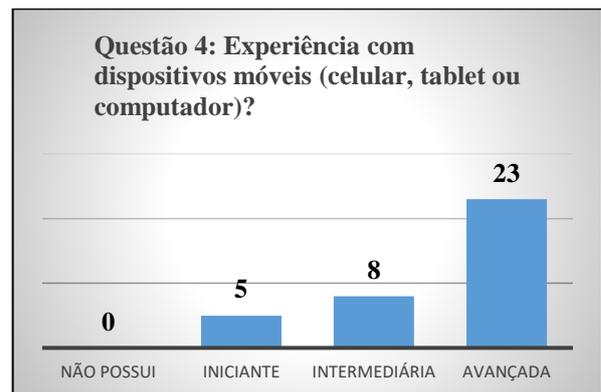


Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 33 - respostas referentes a questão 3. **Gráfico 34** - respostas referentes a questão 4.

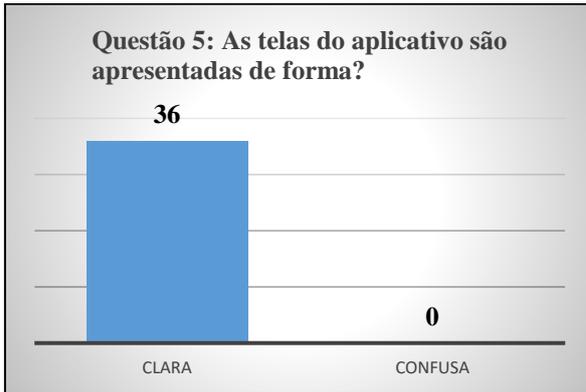


Fonte: Produção do próprio autor.

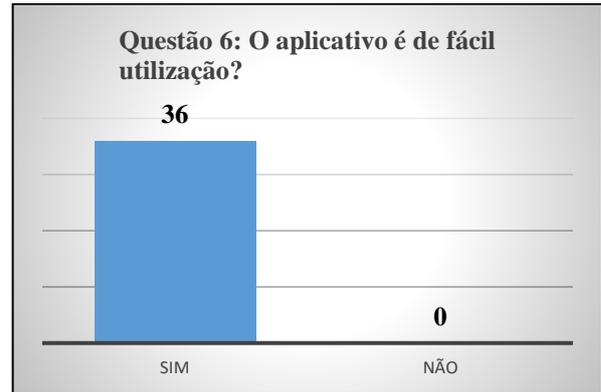


Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 35 - respostas referentes a questão 5. **Gráfico 36** - respostas referentes a questão 6.

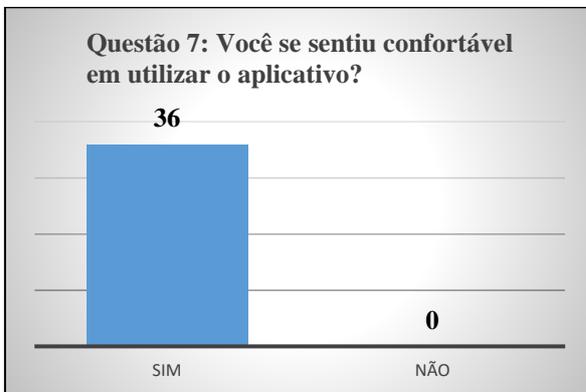


Fonte: Produção do próprio autor.

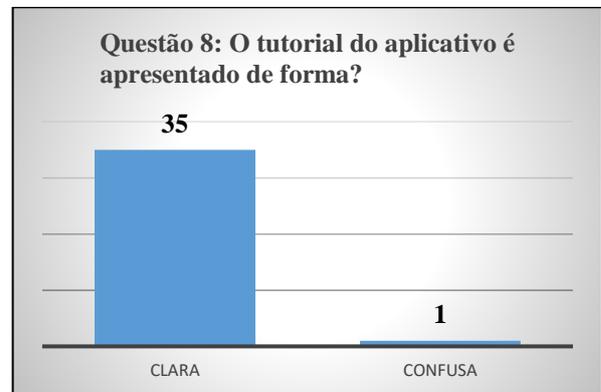


Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 37 - respostas referentes a questão 7. **Gráfico 38** - respostas referentes a questão 8.

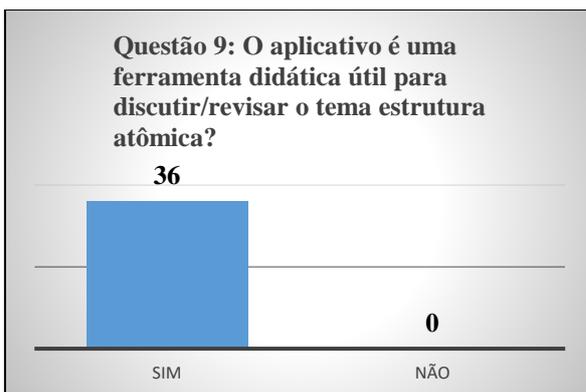


Fonte: Produção do próprio autor.

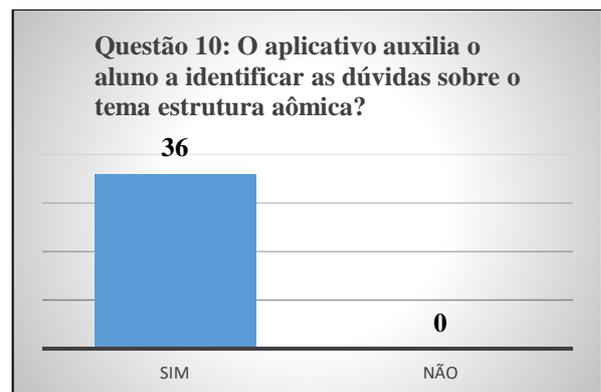


Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 39 - respostas referentes a questão 9. **Gráfico 40** - respostas referentes a questão 10.

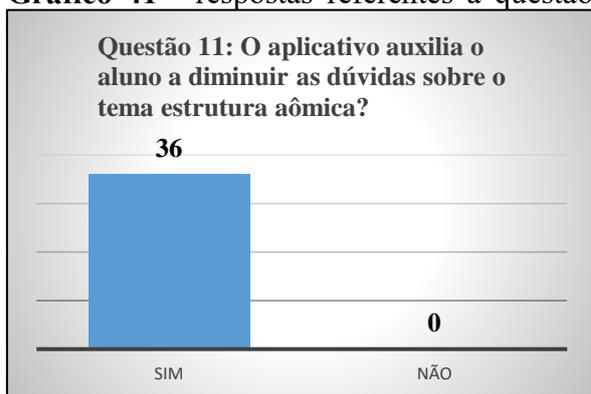


Fonte: Produção do próprio autor.

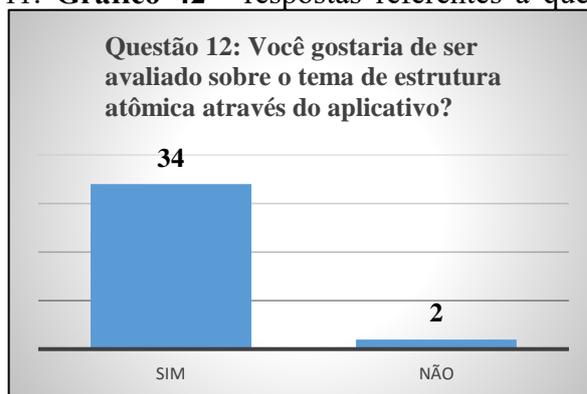


Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 41 - respostas referentes a questão 11. **Gráfico 42** - respostas referentes a questão 12.



Fonte: Produção do próprio autor.



Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 43 - respostas referentes a questão 13. **Gráfico 44** - respostas referentes a questão 14.

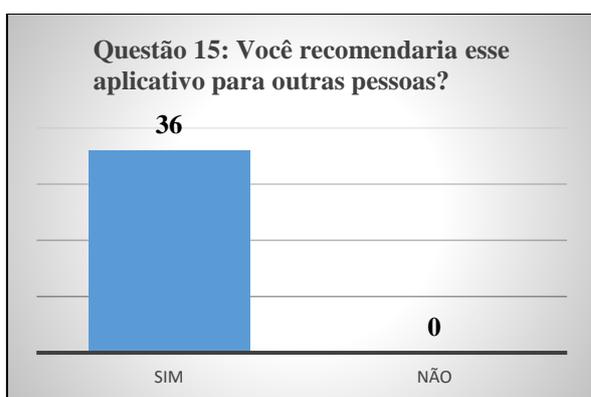


Fonte: Produção do próprio autor.



Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 45 - respostas referentes a questão 15.



Fonte: Produção do próprio autor.

Conforme já mencionado anteriormente, foram feitas algumas alterações e inclusões no questionário sobre a usabilidade da ferramenta e acerca do público respondente com o intuito de obter dados mais detalhados para um maior enriquecimento do trabalho. Com isso, foi percebido que dentro do universo dos alunos que realizaram a aplicação, cinco deles apresentavam algum tipo de deficiência. Com a intenção de melhor descrevê-las, a orientadora pedagógica foi procurada para a obtenção de mais informações. Dessa forma, os discentes, que

serão chamados de A, B, C, D e E foram diagnosticados da seguinte forma: aluna A: CID 10⁶ – F79 (retardo mental não especificado) e F41.2 (transtorno misto ansioso e depressivo); aluno B: CID 10 – F81 (transtornos específicos do desenvolvimento das habilidades escolares); aluno C: CID 10 – F90.0 (transtornos hipercinéticos com distúrbios da atividade e da atenção); aluno D: CID 10 – F70.9 (retardo mental leve sem menção de comprometimento do comportamento); aluno E: CID 10 – F78.0 (outro retardo mental - menção de ausência de ou de comprometimento mínimo do comportamento) e Q87.0 (síndromes com malformações congênitas afetando predominantemente o aspecto da face).

Algo que merece atenção neste momento da discussão foi a experiência desses jovens em manusear o programa e participar da atividade. Antes da aplicação, o docente responsável pela turma avaliou o aplicativo de forma positiva e informou sobre as limitações cognitivas e o desestímulo desses cinco alunos em relação à aprendizagem. Essa informação permitiu uma observação mais atenta (mas sem interferência) sobre esses discentes ao longo da aplicação. Através disso, foi possível perceber a associação feita pelo aluno E (que apresentava um dos quadros mais complicados (síndrome de Apert) em relação a aspectos cognitivos), que percebeu que ao manipular o programa o “p” e o “n” só poderiam ficar localizados na região central do átomo. Isto é, o usuário conseguiu perceber, mesmo com todas as suas limitações, que as inserções das partículas próton e nêutron só eram permitidas no núcleo. Este fato chamou bastante atenção do professor regente da classe, pois um discente que não demonstrava interesse algum ao longo das aulas, possivelmente em virtude de suas barreiras cognitivas, mostrou-se feliz em participar da atividade e concluir que duas partículas subatômicas ficavam localizadas na região central do átomo.

Dando continuidade a análise das respostas fornecidas pelos alunos, percebe-se que 83% do alunado estavam dentro da faixa etária de 14-15 anos; 86% declararam experiência intermediária a avançada (de acordo com a percepção pessoal de cada participante) com dispositivos móveis; 100% concordaram positivamente quanto a forma como as telas do aplicativo eram apresentadas, fácil utilização e confortabilidade em manusear o programa; 97% apoiaram a clareza como o tutorial foi exibido; 100% informaram que o *software* é útil para discutir/revisar, identificar e diminuir as dúvidas sobre a temática de estrutura atômica; 94% demonstraram vontade em serem avaliados utilizando a ferramenta desenvolvida; 97%

⁶ A Classificação Internacional de Doenças (CID 10) fornece códigos relativos à classificação de doenças e de uma grande variedade de sinais, sintomas, aspectos anormais, queixas, circunstâncias sociais e causas externas para ferimentos ou doenças.

discordaram quanto a utilização do programa tumultuar o andamento da aula; 81% demonstraram interesse em utilizar o aplicativo com mais frequência; e 100% dos alunos afirmaram que recomendariam o instrumento pedagógico para outras pessoas. Os resultados permitiram uma caracterização mais aprofundada a respeito da turma como idade, deficiências presentes em alguns alunos e além de reforçar o que já tinha sido evidenciado nas aplicações anteriores. De forma geral, pôde ser observado no retorno apresentado pelos discentes, que a utilização das tecnologias digitais atreladas à teoria semiótica de Peirce pode contribuir e auxiliar de forma positiva e significativa no processo de construção do conhecimento. Dessa forma, os recursos tecnológicos visuais demonstram-se eficazes em representar algumas das teorias ou modelos de uma ciência que exige um alto nível de abstração dos alunos. Esses utensílios tecnológicos, à luz da semiótica de Peirce, potencializam o processo de ensino e aprendizagem, logo que a tecnologia faz parte do dia a dia dos discentes dentro e fora de sala de aula, e demonstram o quão relevante é uma imagem quando compreendida em sua totalidade. Deste modo, permite que o aluno aprofunde-se e compreenda mais amplamente o signo e conseqüentemente entenda melhor o conceito retratado.

Ao fim do questionário sobre a usabilidade da ferramenta os usuários poderiam expor suas sugestões e críticas no que concerne a utilização do *software* produzido. Todas as opiniões apresentadas podem ser consultadas no **Apêndice J**, no entanto seguem abaixo algumas delas:

Aluno 2: “O aplicativo é muito bom, eu utilizaria para estudar para as provas”.

Aluno 3: “Aplicativo bem simples de usar”.

Aluno 5: “Aplicativo de fácil entendimento e utilização. Além disso, auxilia a entender melhor o conteúdo sobre estrutura atômica”.

Aluno 7: “Colocar quando for cátion e ânion não só com a carga mas escrevendo também. De resto o aplicativo é perfeito”.

Aluno 8: “Poderia explicar se o elemento é um cátion ou um ânion”.

Aluno 10: “Boa didática e dinâmico para aprender/revisar conteúdos”.

Aluno 11: “O aplicativo é bem simples mas muito bem desenvolvido, além de muito prático”.

Os pontos de vista exibidos acima reforçam o anseio dos alunos por uma metodologia de ensino agregada à utilização das tecnologias digitais em sala de aula. As opiniões demonstraram-se mais uma vez favoráveis à utilização do aplicativo de forma a auxiliar o estudo da temática de estrutura atômica em virtude da facilidade em seu manuseio e assimilação do mesmo com o conteúdo de atomística. Os *feedbacks* apresentados contribuíram para as atualizações finais do aplicativo (versão final), alguns acertos no código do programa assim como a inserção de um tutorial audiovisual com interpretação simultânea em Libras, pensando na escassez de recursos tecnológico traduzidos para linguagens de sinais utilizados no ensino da Química. É importante frisar que o aplicativo foi desenvolvido para ser uma ferramenta

didática útil, de apoio pedagógico para alunos e professores, aproximando-os da realidade vivenciada pelos alunos, auxiliando e enriquecendo o processo de ensinar e aprender. Portanto, enfatiza-se aqui a relevância do docente na mediação de forma didática e visual nesta ciência que, por ser submicroscópica, é extremamente pautada na utilização de signos intrínsecos à sua área. Por fim, e após todas as correções e inserções executadas, o *software* foi inserido na loja oficial da *Google Play Store*.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados permitiram a descrição de como o aplicativo foi avaliado e recebido pelos alunos e professores, sua funcionalidade e aplicabilidade, e, também, se auxiliaram em um bom entendimento do conteúdo abordado. Dessa forma, pode-se considerar que a tecnologia atrelada à teoria dos signos de Peirce possa auxiliar e contribuir de forma significativa para o processo de ensino e aprendizagem da temática de estrutura atômica em turmas inclusivas. Da mesma forma, o aplicativo Construa Seu Átomo demonstrou ser uma ferramenta tecnológica de apoio pedagógico que pode ser utilizada em uma atividade lúdica digital voltada para a prática ou até mesmo de reforço pedagógico, por meio das quais os alunos estabelecem conexões entre os conhecimentos teóricos e práticos.

Como todo projeto, algumas limitações foram encontradas e enfrentadas ao longo do trabalho. Questões relacionadas à saúde forçaram uma longa pausa no andamento da pesquisa. Outro ponto importante foi o início da pandemia que influenciou bastante na continuidade do projeto, impossibilitando a aplicação com os alunos do Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES). Esta situação acabou tornando-se um empecilho para a aplicação em uma turma com alunos deficientes auditivos de modo a entender como a visão poderia auxiliá-los, visto que não possuem o sentido da audição de forma a contribuir em seu processo de ensino e aprendizagem.

Apesar das adversidades enfrentadas ao longo da pesquisa, observa-se o avanço do desenvolvimento tecnológico com o passar dos anos, pelo qual a sociedade vem sendo influenciada e transformada de forma substancial, social e cultural. Devido à crescente demanda por aparatos midiáticos, estudos demonstraram a importância das TDIC como ferramenta de apoio pedagógico. Com isso, e visando atender às leis vigentes no que diz respeito às turmas inclusivas do ensino básico, os recursos tecnológicos atrelados a teoria semiótica de Peirce surgiram como uma importante ferramenta de auxílio no que compete a temática de estrutura atômica. Sendo a Química uma ciência com uma expressiva gama de representações visuais, como, ilustrações, simbologias, fórmulas e equações matemáticas, a associação com a teoria dos signos de Peirce combinada a tecnologia presente no cotidiano do aluno pode contribuir de forma positiva no processo de construção do conhecimento e desenvolvimento de competências e habilidades pertencentes a esta disciplina. Por esse motivo, e em função da escassez de recursos digitais educacionais voltados para o alunado com deficiência, presentes em uma turma inclusiva do ensino básico, pensou-se no desenvolvimento de um aplicativo direcionado

para este público. No entanto, nada impede que alunos sem deficiências usufruam dessa ferramenta pedagógica.

Apesar de os dados e opiniões apresentados demonstrarem uma positividade em relação à utilização cada vez mais frequente das tecnologias em sala de aula, de forma a contribuir para o processo de construção do conhecimento, é uma realidade o despreparo das instituições de ensino e de seus educadores diante desta nova abordagem pedagógica. A falta de estrutura adequada para desenvolvimento de tais atividades ou limitações técnicas ligadas a tecnologia, enfrentadas por parte dos docentes, são apenas alguns dos fatores que contribuem de forma negativa para que esse tipo de atividade torne-se uma prática cotidiana nas escolas públicas e privadas. A situação fica ainda mais difícil no contexto inclusivo, pois além das dificuldades mencionadas acima, incluem a falta de recursos e equipamentos adaptados aos alunos com deficiência, um número elevado de alunos por turma, a falta de formação adequada de professores à diversidade dos alunos, entre outras. Este último podendo ser exemplificado no processo de formação do autor durante a graduação no curso de Licenciatura em Química (2011-2016) em que a disciplina de Libras ainda não era contabilizada como disciplina obrigatória.

O Brasil tem caminhado e criado estratégias que contribuam e valorizem os alunos e suas peculiaridades, e a cada dia encontram-se na literatura mais propostas voltadas para um ensino mais igualitário, mas, ainda distante de atender de forma adequada os alunos que se beneficiam com essa modalidade de ensino. É preciso investir mais na qualificação dos professores, que em muitas das vezes se esforçam para adequar-se ao trabalho com educação especial, de forma a tentar promover uma aprendizagem significativa e com resultados satisfatórios na vida dos alunos.

7. TRABALHOS FUTUROS

Utilizando a tela básica e as funcionalidades do aplicativo gerado neste trabalho, em versões futuras os conceitos abordados serão ampliados no projeto para serem trabalhados em turmas do ensino técnico e superior, para que permita uma discussão mais aprofundada dos postulados de Bohr, das transições eletrônicas, do espectro eletromagnético, comparando espectro contínuo com espectro de linhas, e as superfícies de contorno dos orbitais atômicos *s*, *p*, *d* e *f*. Nesse ponto, o ensaio de chamas será utilizado como tema motivador. Quem sabe e seguindo o mesmo princípio, pretende-se estender até conceitos como a da Química Nuclear, através da discussão sobre os isótopos, as partículas nucleares, nomenclatura, a estabilidade nuclear, o decaimento radioativo e as equações nucleares.

8. REFERÊNCIAS

ANDRIGHETTO, R; CARDOSO, M.; CARDOSO, C. (2019) **Acid/chemsketch® e contribuições metodológicas a partir de uma investigação da borracha: um polímero versátil do cotidiano ao inusitado**. IX Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFFS, campus cerro largo, v. 9, n. 1, 1 out. 2019.

BAPTISTA, R; PAGLIUCA, L. (2009). **Disabled person an evolutionary perspective: Conceptual analysis**. Online Brazilian Journal of Nursing, 2009.

BATISTA, G; LIMA, A; CRISÓSTOMO, L; MARINHO, M; MARINHO, E. (2016). **Softwares para o ensino de Química: Chemsketch® um poderoso recurso didático**. Redin-Revista Educacional Interdisciplinar, 5(1).

BATISTA, G; MARINHO, E; MARINHO, M.; MARINHO, E. (2018). **Avogadro no ensino de química: um avançado editor molecular de visualização de um grande potencial pedagógico**. Redin-Revista Educacional Interdisciplinar, 7(1).

BRASIL (1996). Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. LDB 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL (2001). Ministério da Educação. **Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica**. Secretaria de Educação Especial – MEC/SEESP, 79p.

BRASIL (2004). **Decreto Nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm. Acessado em 10 fev.2022.

BRASIL (2005). Ministério da Educação. **Decreto Lei nº 5.626 que Regulamenta a Lei nº 10.426 sobre a Língua Brasileira de Sinais**. Em 22 de dezembro de 2005.

BRASIL (2007). Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Secretaria de Educação Especial – MEC/SEESP, de 05 de julho de 2007.

BRASIL (2015). Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Diário Oficial da União, Brasília, 7 de julho de 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm>. Acesso em: 10 jan. 2022.

BRASIL (2018) **Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acessado em 04 mar. 2019.

CAMPOS, A. (2011) **O plano nacional de educação (2011-2020) e a educação especial na perspectiva da educação inclusiva: propostas e desafios**. In: *25º Simpósio Brasileiro de Política e Administração em Educação/2º Congresso Latino-Americano de Política e Administração em Educação*, São Paulo-SP.

CAMPOS, S; LIRA, A. (2017). **Metodologias alternativas para o ensino da química aos deficientes intelectuais**. In Congresso Nacional de Educação. João Pessoa: Realize. Disponível em:

https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD4_SA16_ID2881_11092017182850.pdf. Acessado em 05 de Jun. de 2022.

COSTA, C (2005). **Educação, imagem e mídias**. São Paulo: Cortez.

DIONÍZIO, T. (2019). **O uso de tecnologias da informação e comunicação como ferramenta educacional aliada ao ensino de Química**. EaD em Foco, 9(1).

FAVERO, G. (2004) **Direito das Pessoas com Deficiência: garantia de igualdade na diversidade**. Rio de Janeiro: WVA, 2004. p. 22.

FERNANDES, J; REIS, I. (2016). **Estratégia Didática Inclusiva a Alunos Surdos para o Ensino dos Conceitos de Balanceamento de Equações Químicas e de Estequiometria para o Ensino Médio**. Química nova na escola, 2016. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjcgpclefindmkaj/http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_2/11-EQF-08-16.pdf. Acessado em 05 de Jun. de 2022.

FERREIRA, C; SANTOS, A. (2020). **Realidade virtual e aumentada: um relato sobre a experiência da utilização das tecnologias no Ensino de Química**. Scientia Naturalis, 2(1).

FERREIRA, W; NASCIMENTO, S; PITANGA, A. (2014). **Dez Anos da Lei da Libras: Um Conspecto dos Estudos Publicados nos Últimos 10 Anos nos Anais das Reuniões da Sociedade Brasileira de Química**. Química nova na escola, 2014. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc36_3/05-EA-36-13.pdf. Acessado em 05 de Jun. de 2022.

GOIS, J; GIORDAN, M. (2007) **Semiótica na Química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação**. *Química nova na escola*, 2007.

IASBECK, L. (2010). **A semiótica atomizada (unidades semióticas)**. Comunicologia: revista de Comunicação e Epistemologia da Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, v. 3, n. 1, p. 27-54, jan./jun. 2010. Disponível em: <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/RCEUCB/article/view/1715>. Acesso em: 12 jan. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2010). **Pessoas com deficiência**. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/20551-pessoas-com-deficiencia.html>. Acesso em: 10 fev. 2022.

KIYA, M. (2014). **O uso de Jogos e de atividades lúdicas como recurso pedagógico facilitador da aprendizagem**. Programa de Desenvolvimento Educacional, da Secretaria de Estado da Educação SEED, na área de Pedagogia, 2014.

LOCATELLI, A; ZOCH, A; TRENTIN, M. (2015). **TICs no ensino de química: um recorte do “estado da arte”**. Revista Tecnologias na Educação, v.:9, n.:9, p.:e699997758.

MACHADO, A. (2016). **Uso de softwares educacionais, objetos de aprendizagem e simulações no ensino de química**. Revista Química Nova na Escola, 38(2), 104-111.

MESQUITA, J; MESQUITA, L; BARROSO, M. (2021). **Softwares educativos aplicados no ensino de química: recursos didáticos potencializadores no processo de aprendizagem.** Research, Society and Development 10.11 (2021): E458101115278. Web.

MENDONÇA, N., OLIVEIRA, A; BENITE, A (2017). **O Ensino de Química para alunos surdos: o conceito de misturas no Ensino de Ciências.** Química nova na escola, 2017. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc39_4/07-RSA-88-16.pdf](http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc39_4/07-RSA-88-16.pdf). Acessado em 05 de Jun. de 2022.

MONTEIRO, M; CAMARGO, E; FREITAS, A. (2016) **Reflexões sobre práticas de ensino e inclusão.** Journal of Research in Special Educational Needs, v.16, n.s1, p. 940–944, 2016.

NASCIMENTO, F; ROSA, J. (2020). **Princípio da sala de aula invertida: uma ferramenta para o ensino de química em tempos de pandemia.** Brazilian Journal of Development, 6 (6), 38513-38525.

NETO, L; ALCÂNTARA, M; BENITE, C; BENITE, A. (2007) **O ensino de química e a aprendizagem de alunos surdos: uma interação mediada pela visão.** In: *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis-SC, p.124.

NUNES, S. et al (2021). **Tecnologias da informação e comunicação para socialização de crianças e adolescentes surdos e deficientes auditivos: uma revisão integrativa.** Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, v. 10, n. 2, e8510212235.

ONTORIA, A; LUQUE, A; GÓMEZ, J. (2008). **Aprender com mapas mentais – uma estratégia para pensar e estudar.** 3. ed. São Paulo: Madras.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (2012). **Relatório mundial sobre a deficiência;** tradução Lexicus Serviços Linguísticos. – São Paulo : SEDPcD, 2012. 334 p.

PASSOS, I; DOS SANTOS SOUSA, J; DE SOUSA, S; LEAL, R. (2019). **Utilização do software PhET no ensino de química em uma escola pública de Grajaú, Maranhão.** Revista Observatório, 5(3), 335-365.

PAULETTI, F; FENNER, R; ROSA, M. (2013) **A linguagem como recurso potencializador no ensino de química.** Perspectiva, Erechim. 37(139), 7-17.

PEIRCE, C. (2015). **Semiótica.** 4. ed. São Paulo: Perspectiva, 2015. (Coleção Estudos. Semiótica, 46)

PERALES, F.; JIMÉNEZ, J. (2002) **Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.** Enseñanza de las Ciencias, v. 20, n. 3, p. 369-386.

PEREIRA, L; BENITE, C; BENITE, A. (2011) **Aula de Química e sudez: Sobre interações pedagógicas mediadas pela visão.** *Química Nova na Escola*, 33, 47-56.

RADMANN, T; PASTORIZA, B. (2016). **Educação Inclusiva no ensino de Química.** In XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. Florianópolis. Disponível em:

<http://docplayer.com.br/75027731-Educacao-inclusiva-no-ensino-de-quimica.html>. Acessado em 05 de Jun. de 2022.

RETONDO, C; DA SILVA, G. (2008) **Ressignificando a Formação de Professores de Química para a Educação Especial e Inclusiva: Uma História de Parcerias.** *Química Nova na Escola*, 30, 27-33.

ROCHA, J; VASCONCELOS, T. (2016). **Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões.** In XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. Florianópolis. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>. Acessado em 05 de Jun. de 2022.

SANTAELLA, L. (2012). **O que é semiótica.** Coleção primeiros passos (103). 32ª reimpressão da 1ª ed de 1983. São Paulo: Brasiliense, 2012.

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO. Superintência de Educação. **Instalar o aplicativo Sinalário Disciplinar em Libras**, 2017. Curitiba: SEED/PR., 2017. Disponível em: <https://www.educacao.pr.gov.br/servicos/Educacao/Ensino-Fundamental/Instalar-o-aplicativo-Sinalario-Disciplinar-em-Libras-ZVNkMQre>. Acessado em 01 fev. 2022.

SILVA, J. (2012) **A significação de representações químicas e a filosofia de Wittgenstein.** 2012, 278 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo 2012.

SILVEIRA, F; VASCONCELOS, A. (2017). **Investigação do uso do software educativo LABVIRT no Ensino de Química.** *Revista Tecnologias na Educação*, 23(9), 1-13.

SOUSA, S; SILVEIRA, H. (2011) **Terminologias Químicas em Libras. A utilização de sinais na aprendizagem de alunos surdos.** *Química Nova na Escola*, 33, 37-46.

STEFANELLO, P. (2017). **O texto na semiótica francesa e na russa: apontamentos introdutórios.** *Revista Trimestral de Letras da Universidade do Estado do Pará*, 2017.

9. APÊNDICES E ANEXOS

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ATIVIDADE

ROTEIRO DE ATIVIDADE

Escola: _____

Série: _____

Data: ___/___/20__

INTRODUÇÃO

O presente roteiro de atividade fornecerá dados para o desenvolvimento da dissertação do aluno Bruno de Almeida Bastos (D.R.E: 116.002.930) no mestrado profissional em ensino de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro. A proposta consiste em utilizar uma ferramenta tecnológica, um aplicativo denominado “Construa seu átomo”, para auxiliar no processo de ensino aprendizagem dos alunos no tema de atomística, mais especificamente, construção do modelo atômico de Rutherford-Bohr.

METODOLOGIA

- 1ª Separar a turma em duplas. Caso necessário, poderá formar trios.
- 2ª Disponibilizar um *tablet* para cada dupla ou trio de alunos.
- 3ª Utilizar o programa “Construa seu átomo” para criar os átomos mencionados no roteiro de atividade.

- I. Abra o aplicativo e clique em “Começar”.
- II. Selecione os botões “Adicionar” ou “Remover” para acrescentar ou retirar as partículas subatômicas.
- III. Com um dos botões selecionado pressione “p⁺”, “n” ou e⁻ para acrescentar ou retirar prótons, nêutrons ou elétrons, respectivamente.
- IV. Em seguida, clique na tela do dispositivo para representar o átomo ou espécie química desejada.

ATIVIDADE

- 1) Represente as espécies químicas descritas abaixo e responda ao questionário de avaliação:
 - A. Espécie química 1: construa o átomo com 11 prótons, 12 nêutrons e 10 elétrons.
 - B. Espécie química 2: construa o átomo com 9 prótons, 10 nêutrons e 10 elétrons.
 - C. Espécie química 3: construa um átomo neutro de Berílio (Be).

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO ABORDADO**QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO ABORDADO**

1) Podemos afirmar que o nome e símbolo representado pela **espécie química 1** são:

- a. Sódio e Na.
- b. Neônio e Ne.
- c. Magnésio e Mg.
- d. Alumínio e Al.

2) Podemos afirmar que a distribuição eletrônica representada pela a **espécie química 1** é:

- a. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
- d. $1s^2 2s^2 2p^5$
- c. $1s^2 2s^2 2p^6$
- d. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

3) Podemos afirmar que o elemento químico representado pela **espécie química 2** possui:

- a. 1 camada ou nível.
- b. 2 camadas ou níveis.
- c. 3 camadas ou níveis.
- d. 4 camadas ou níveis.

4) Podemos afirmar que o elemento químico representado pela **espécie química 2** é um:

- a. Elemento neutro.
- b. Cátion.
- c. Ânion.
- d. Nenhuma das alternativas mencionadas.

5) Podemos afirmar que o elemento químico representado pela **espécie química 3** possui:

- a. 2 prótons.
- b. 3 prótons.
- c. 4 prótons.
- d. 5 prótons.

- 6) Podemos afirmar que o elemento químico representado pela **espécie química 3** possui:
- a. 5 elétrons.
 - b. 4 elétrons.
 - c. 3 elétrons.
 - d. 2 elétrons.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO APLICATIVO (PROFESSOR)

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO APLICATIVO - Professor

1) O aplicativo é de fácil utilização.

Marcar apenas uma opção.

	1	2	3	4	5	
Discordo plenamente	<input type="radio"/>	Concordo plenamente				

2) O aplicativo é uma ferramenta didática útil para o professor.

Marcar apenas uma opção.

	1	2	3	4	5	
Discordo plenamente	<input type="radio"/>	Concordo plenamente				

3) O aplicativo auxilia o professor a identificar as dificuldades do aluno no tema estrutura atômica.

Marcar apenas uma opção.

	1	2	3	4	5	
Discordo plenamente	<input type="radio"/>	Concordo plenamente				

4) O aplicativo auxilia o professor a corrigir as dificuldades dos alunos no tema estrutura atômica.

Marcar apenas uma opção.

	1	2	3	4	5	
Discordo plenamente	<input type="radio"/>	Concordo plenamente				

5) O aplicativo pode ser utilizado como ferramenta de avaliação da estrutura atômica.

Marcar apenas uma opção.

	1	2	3	4	5	
Discordo plenamente	<input type="radio"/>	Concordo plenamente				

6) O aplicativo tumultua ou dificulta o trabalho didático do professor.

Marcar apenas uma opção.

	1	2	3	4	5	
Discordo plenamente	<input type="radio"/>	Concordo plenamente				

7) Suas sugestões e críticas são bem-vindas!

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO APLICATIVO (ALUNO)

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO APLICATIVO - Aluno

1) O aplicativo é de fácil utilização.

Marcar apenas uma opção.



Discordo plenamente Concordo plenamente

2) O aplicativo é uma ferramenta didática útil para discutir/revisar o tema estrutura atômica.

Marcar apenas uma opção.



Discordo plenamente Concordo plenamente

3) O aplicativo auxilia o aluno a identificar as dúvidas sobre o tema estrutura atômica.

Marcar apenas uma opção.



Discordo plenamente Concordo plenamente

4) O aplicativo auxilia o aluno a diminuir as dúvidas sobre o tema estrutura atômica.

Marcar apenas uma opção.



Discordo plenamente Concordo plenamente

5) Você gostaria de ser avaliado sobre o tema estrutura atômica através do aplicativo.

Marcar apenas uma opção.



Discordo plenamente Concordo plenamente

6) O aplicativo tumultua ou dificulta a aula.

Marcar apenas uma opção.



Discordo plenamente Concordo plenamente

7) Suas sugestões e críticas são bem-vindas!

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO APLICATIVO (ALUNO)**QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO APLICATIVO - Aluno**

1. Possui algum tipo de deficiência?

() Sim () Não

2. Caso a resposta anterior tenha sido “SIM”, qual o tipo de deficiência?

() Visual () Auditiva () Intelectual () Física () Múltipla () Outra

3. Idade:

() 14-15 anos () 16-18 anos () > 18 anos

4. Experiência com dispositivos móveis (celular, tablet ou computador):

() Não possui () Iniciante () Intermediário () Avançado

5. As telas do aplicativo é representada de que forma?

() Clara () Confusa

6. O aplicativo é de fácil utilização.

() Sim () Não

7. Você se sentiu confortável em utilizar o aplicativo?

() Sim () Não

8. O tutorial do aplicativo é apresentado de forma:

() Clara () Confusa.

9. O aplicativo é uma ferramenta didática útil para discutir/revisar o tema estrutura atômica.

() Sim () Não

10. O aplicativo auxilia o aluno a identificar as dúvidas sobre o tema estrutura atômica.

() Sim () Não

11. O aplicativo auxilia o aluno a diminuir as dúvidas sobre o tema estrutura atômica.

() Sim () Não

12. Você gostaria de ser avaliado sobre o tema estrutura atômica através do aplicativo.

() Sim () Não

13. O aplicativo tumultua ou dificulta a aula.

() Sim () Não

14. Você utilizaria esse aplicativo com frequência?

() Sim () Não

15. Você recomendaria esse aplicativo para outras pessoas?

() Sim () Não

16. Suas sugestões e críticas são bem-vindas!

APÊNDICE F – PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Tema:

- Estrutura atômica.

Público:

- 1º série do Ensino Médio.

Período:

- 2º Bimestre (Currículo Mínimo de Química – SEEDUC)

Objetivo Geral:

- Trabalhar uma visão diferente sobre a temática de estrutura atômica utilizando dispositivos tecnológicos.

Tempo: 150 min (3 tempos de aula).

Conceitos prévios:

- Modelos atômicos;
- Estrutura atômica;
- Distribuição eletrônica.

Recursos necessários:

- *Tablets* de 7” com o aplicativo “Construa Seu Átomo” instalado ou computadores de mesa com os *softwares* “*Bluestacks*”⁷ e “Construa Seu Átomo” instalados.
- *Internet* (somente para instalação dos programas necessários).

Metodologia:

Etapa I:

Situação 1: caso a instituição tenha os *tablets* de 7” necessários para execução da atividade.

- De forma prévia, o professor deverá instalar o aplicativo “Construa Seu Átomo” em todos os *tablets* que serão utilizados na atividade. O aplicativo encontra-se disponível na loja da *Google*.

⁷ O programa poderá ser baixado através do link: <https://www.bluestacks.com/pt-br/index.html>

Situação 2: caso a instituição tenha computadores de mesa disponíveis na sala de informática para execução da atividade.

- Antecipadamente, o docente deverá instalar o programa “*Bluestacks*” em todos os computadores de mesa. É importante frisar que o *Bluestacks* é um software que simula um ambiente *Android* para que os aplicativos disponíveis na loja da *Google* sejam executados. Em seguida, o professor instalará o aplicativo “Construa Seu Átomo” em todos os *desktops* que serão utilizados na atividade. O aplicativo encontra-se disponível na loja da *Google*.

Etapa II: (100 min ou 2 tempos de aula)

- Nos 20 min iniciais de aula o professor organizará sua turma de forma individual ou em grupos (da forma que preferir) para iniciar sua atividade. Cada aluno ou grupo terá acesso a um dispositivo tecnológico (*tablet* ou computador de mesa) com o aplicativo “Construa Seu Átomo” instalado. Em seguida, nos próximos 30 min, o docente pedirá aos alunos que manuseiem o *software* de forma livre atentos às informações que venham a aparecer na tela do dispositivo. Posteriormente, nos 50 min finais, o mediador fará algumas indagações aos alunos e, com isso, levantará algumas discussões acerca da estrutura do átomo. Por exemplo, o que aconteceu quando tentaram adicionar uma subpartícula (próton, nêutron e elétron) em uma região equivocada, qual a única partícula que fez com que o símbolo químico na tela do dispositivo fosse alterado, quais as partículas que faziam com que o número de massa fosse alterado, qual a única partícula que fazia com que o número atômico sofresse alteração, qual o motivo dos elétrons ocuparem camadas diferentes e, por fim, qual a camada eletrônica que sofre alteração ao adicionar ou retirar elétrons. Essas são apenas algumas sugestões de possíveis perguntas que levantarão discussões muitíssimo interessantes.

Etapa III: (50 min ou 1 tempo de aula)

- Elabore uma atividade solicitando aos alunos, individualmente ou em grupos, que representem três espécies químicas distintas utilizando o aplicativo “Construa Seu Átomo” e em seguida, que respondam a algumas questões relacionadas a essas espécies retratadas. Se preferir, poderá utilizar a atividade proposta abaixo:

ATIVIDADE

1) Represente as espécies químicas descritas abaixo e responda as perguntas a seguir:

A. Espécie química 1: construa o átomo com 11 prótons, 12 nêutrons e 10 elétrons.

B. Espécie química 2: construa o átomo com 9 prótons, 10 nêutrons e 10 elétrons.

C. Espécie química 3: construa um átomo neutro de Berílio (Be).

QUESTIONÁRIO

1) Podemos afirmar que o nome e símbolo representado pela **espécie química 1** são:

- (A) Sódio e Na.
- (B) Neônio e Ne.
- (C) Magnésio e Mg.
- (D) Alumínio e Al.

2) Podemos afirmar que a distribuição eletrônica representada pela a **espécie química 1** é:

- (A) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
- (B) $1s^2 2s^2 2p^5$
- (C) $1s^2 2s^2 2p^6$
- (D) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

3) Podemos afirmar que o elemento químico representado pela **espécie química 2** possui:

- (A) 1 camada ou nível.
- (B) 2 camadas ou níveis.
- (C) 3 camadas ou níveis.
- (D) 4 camadas ou níveis.

4) Podemos afirmar que o elemento químico representado pela **espécie química 2** é um:

- (A) Elemento neutro.
- (B) Cátion.
- (C) Ânion.
- (D) Nenhuma das alternativas mencionadas.

5) Podemos afirmar que o elemento químico representado pela **espécie química 3** possui:

- (A) 2 prótons.
- (B) 3 prótons.
- (C) 4 prótons.
- (D) 5 prótons.

6) Podemos afirmar que o elemento químico representado pela **espécie química 3** possui:

- (A) 5 elétrons.
- (B) 4 elétrons.
- (C) 3 elétrons.
- (D) 2 elétrons.

Avaliação:

- Caso julgue necessário, o professor poderá utilizar a própria atividade, individualmente ou em grupo, executada na etapa III para avaliá-los ou poderá elaborar uma nova atividade com questões relacionadas a mais três espécies químicas diferentes.

Resultados esperados:

- Espera-se inovação em relação às metodologias tradicionais de ensino e que os alunos entendam e compreendam alguns conceitos químicos, em especial, estrutura atômica a partir de uma atividade lúdica em sala de aula, além de trazer à tona os recursos digitais que a cada dia passam a se tornar mais presentes na vida do aluno e da escola.

Referências:

BRADY, J; HUMISTON, G. **Química Geral**. Tradução de Cristina Maria P. dos Santos e Roberto de B. Faria. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, Livros Técnicos e Científicos Editora, 1986.

BROWN, T; LEMAY, H; BURSTEN, B; BURDGE, J. **Química: A Ciência Central**. Tradução de Robson M. Matos, 9ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

RIO DE JANEIRO. **Currículo Mínimo 2012 - Química**. Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=759820>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

APÊNDICE G – FOTOS DA ATIVIDADE

Figura 1G: os alunos da instituição particular utilizando o aplicativo.



Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 3G: os alunos da instituição particular utilizando o aplicativo.



Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 5G: os alunos da instituição pública utilizando o aplicativo.



Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 2G: os alunos da instituição particular utilizando o aplicativo.



Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 4G: os alunos da instituição pública utilizando o aplicativo.



Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 6G: os alunos da instituição pública utilizando o aplicativo.



Fonte: Produção do próprio autor.

APÊNDICE H – SUGESTÕES E CRÍTICAS APRESENTADAS PELOS PROFESSORES NA APLICAÇÃO DO APÊNDICE C

Professor 1: “Adorei! De fácil utilização e com um layout bem limpo visualmente, o que facilita muito a utilização.”

Professor 2: “Em relação ao item 6: depende da turma (comportamento). Acredito ser esta uma ferramenta útil e de fácil compreensão que aproxima o professor do mundo digital do aluno e pode ser utilizado como material complementar em atividades didáticas.”

Professor 3: “O aplicativo é uma ferramenta interessante ao “olhar dos educandos” sendo sua utilização em sala de aula contribuirá positivamente no interesse. Na construção do átomo, poderia aparecer a distribuição eletrônica, junto a construção do átomo, mais evidente (cor chamativa). Também acharia interessante aparecer o nome das camadas: K, L, M, ..., além de indicar a camada de valência e subnível mais energético... Na tabela também poderia aparecer o número de massa de cada elemento.”

Professor 4: “Muito fácil e divertido usar o aplicativo. Só não sei dizer se é uma boa ferramenta de avaliação e também de identificar as dificuldades dos alunos. Mas certamente auxilia e facilita o professor.”

Professor 5: “Utilizar no aplicativo o uso da tabela periódica.”

Professor 6: “Sobre a questão número 5: Acredito que o aplicativo seja mais para o aluno tirar as dúvidas, uma vez que o próprio aplicativo já vai dando as respostas conforme o aluno ou remova os números de nêutrons, prótons e elétrons. Mas no geral achei bem legal e didática.”

Professor 7: “O aplicativo é show!! Ainda possuo dúvidas sobre a aplicabilidade em sala de aula... Como aplicar??”

Professor 8: “Gostei muito da imagem do aplicativo, achei o aplicativo interativo, dinâmico com comandos claros, orientações específicas e claras para o aluno do ensino médio!”

Professor 9: “Adorei o aplicativo e acredito que ele possa auxiliar o aprendizado do aluno.”

Professor 10: “A frase com a informação “Uau, você achou um elemento” poderia ser de outra cor e centralizado.”

Professor 11: “Muito útil para o professor e um grande facilitador para construir modelo atômico.”

Professor 12: “1) Sim, é de fácil utilização, os alunos estão mais familiarizados com a tecnologia, só é difícil ter os tablets na escola. 2) Facilita a visualização da estrutura atômica. 3) Um pouco, é preciso dar atenção ao aluno durante o tempo em que ele está manipulando o aplicativo. 4) Auxilia, pois facilita a fixação e a visualização dos conceitos. 5) Creio que não, pois ele já mostra a resposta certa, é mais válido para a fixação do conteúdo. 6) Pelo contrário, facilita bastante o trabalho de ensinar do professor.”

Professor 13: “Acredito que o aplicativo possa auxiliar bastante a explicação sobre o conteúdo de estrutura atômica. Trazendo o lúdico para a sala de aula fazendo com que o aluno participe e interaja com o conteúdo. Além da interação do aluno, faz-se presente a tecnologia no ensino.”

Professor 14: “No jogo aparecer “Uau! Você achou um íon”. Somente aparecer o termo “Uau, você achou um átomo” depois do átomo estar preenchido com (p) e (e-) e (n) isótopo. Poderia aparecer a indicação de camada de valência e subnível mais energético, que são termos que causam muita confusão. Pode-se também fazer perguntas como: Isoeletrônicos, Elétrons de valência e Elétrons mais energéticos”

Professor 15: “O fato do aplicativo fornecer a representação do elemento químico pode influenciar na habilidade do aluno de saber usar a tabela periódica, o que, de forma alguma invalida a utilização desse aplicativo tão interessante.”

Professor 16: “Sugiro que verifique a possibilidade de projeção através de projetor.”

APÊNDICE I – SUGESTÕES E CRÍTICAS APRESENTADAS PELOS ALUNOS NA APLICAÇÃO DO APÊNDICE D

Aluno 1: “Achei bem legal, fácil e prático!”.

Aluno 2: “O aplicativo é muito bom”.

Aluno 3: “Eu amei o aplicativo, gostaria se usar sempre nas aulas de química”.

Aluno 4: “Amei”.

Aluno 5: “Foi muito bom gostaria que [sic] tivéssemos mas aulas com esse aplicativo”.

Aluno 6: “Eu achei muito importante”.

Aluno 7: “Não achei [sic] difícil [sic] mecher no aplicativo e é uma ideia genial”.

Aluno 8: “Não porque [sic] tenho nenhuma crítica pra fazer, porque com o aplicativo fica mais fácil”.

Aluno 9: “Não tem [sic] misterio nenhum, [sic] super facil de se [sic] mecher. Muito inteligente quem fez está de parabéns”.

Aluno 10: “Eu gostei muito, mas no começo tive minhas [sic] duvidas”.

Aluno 11: “É notório que o aplicativo é de fácil [sic] compreensão, bem estruturado, ampliou os meus conhecimentos. Disponibilizem para IOS por favor!”.

Aluno 12: “O aplicativo é bem simples de ser usado. Assim que for oficialmente baixado eu irei [sic] baixalo”.

Aluno 13: “É muito bom! Sem [sic] duvidas”.

Aluno 14: “Adorei o aplicativo, [sic] super facil de usar e realmente ajuda nas dúvidas”.

Aluno 15: “O aplicativo é ótimo, sem dúvidas me ajudou bastante em algumas dúvidas que eu tinha em relação a matéria também”.

Aluno 16: “Eu amei tira bastante [sic] duvidas”.

Aluno 17: “O aplicativo é muito bom, ajuda bastante”.

Aluno 18: “O aplicativo é maravilhoso já podem liberar na play store”.

Aluno 19: “É bem prático e rápido, nos ajudou muito. Espero que liberem logo na APP Store”.

Aluno 20: “Eu gostei muito do aplicativo, ele é bem util e facilita bastante na hora de aprender”.

Aluno 21: “O aplicativo é muito bom, fácil de ser utilizado e ajuda bastante na matéria”.

Aluno 22: “Achei brabo demais...”.

Aluno 23: “Gostei bastante, porque ajuda muito”.

Aluno 24: “Ele podia explicar um pouco de [sic] eletrons, [sic] neutrons e [sic] protons. E podia botar a tabela periódica. Mas ele é muito bom. Facilitou muito”.

Aluno 25: “O aplicativo é bom, pois ele auxilia bastante a encontrar os elementos químicos, e também ajuda a fazer a distribuição eletrônica”.

Aluno 26: “O aplicativo poderia especificar mais o que são prótons, [sic] neutrons, e elétrons, achei ele um aplicativo ótimo e bem útil para a aprendizagem dos alunos”.

Aluno 27: “O app está excelente, mas seria mais apropriado uma tabela periódica para consulta”.

Aluno 28: “O aplicativo é de fácil entendimento, e não há problemas em manusear”.

Aluno 29: “Gostei do App, ele ajuda a tirar dúvidas e facilita ao desenhar os átomos, e também adoraria utilizar durante uma avaliação, porém poderia colocar a tabela periódica”.

Aluno 30: “O aplicativo está legal, porém seria prático uma tabela periódica para consulta”.

Aluno 31: “Esse aplicativo é bastante interessante e ajuda muito o aluno, as vezes a pessoa tem alguma dúvida com isso, mas esse aplicativo tira todas as dúvidas. Ele é muito bom e eu encontrei facilidade pra fazer as coisas”.

Aluno 32: “Achei muito [sic] util e ajuda muitos alunos que tem dificuldade em aprender a [sic] materia e auxiliaria muito nas aulas”.

Aluno 33: “O aplicativo é muito bom, ajudou bastante, apoio mais avaliações desse tipo”.

Aluno 34: “Aplicativo ótimo, de muito bom entendimento”.

Aluno 35: “O App é de fácil utilização, isso é bom. Porém no quesito estético, ele é muito simples, eu acho que “dava” ter uma coloração ou algo do tipo”.

Aluno 36: “O aplicativo é legal, mas poderia ter a tabela periódica, ajudaria um pouco”.

Aluno 37: “O aplicativo é bem fácil de ser utilizado, facilita bastante na hora de identificar os elementos químicos. Poderia ter uma janela com jogos ou exercícios para ajudar mais ainda no aprendizado”.

Aluno 38: “O aplicativo está “mec”!”.

Aluno 39: “O aplicativo é bom, ajuda a entender a matéria, mas poderia melhorar a explicação, sobre isótopos, isóbaros, fora isso o aplicativo auxilia muito no entendimento da matéria”.

Aluno 40: “O aplicativo ajuda no entendimento da matéria e tem todos os recursos necessários para que a matéria seja entendida”.

Aluno 41: “Fácil de entendimento da matéria aplicada e é uma nova forma de adolescentes se aprofundarem mais. O aplicativo tem que ter uma logo que chame atenção e interesse para usá-lo. Recomendaria para algum colega, fácil de entendimento e diminui dúvidas”.

Aluno 42: “Poderia haver uma avaliação no aplicativo, indicando erros e acertos”.

Aluno 43: “O aplicativo poderia ter uma avaliação do aluno ao final da atividade. Gostei bastante, ajudaria nas aulas. Parabéns!”.

Aluno 44: “O aplicativo é de fácil utilização, mas as informações poderiam aparecer mais expandidas, contendo pequenas explicações e resumos”.

Aluno 45: “Pra mim o aplicativo está ótimo, ajuda a auxiliar mais a matéria e o aplicativo está “mec””.

Aluno 46: “Pra mim o aplicativo está ótimo, muito fácil de se utilizar e nos ajuda com a matéria”.

Aluno 47: “Eu adorei o App, pois ele me orientou na construção de um átomo e tirou minhas dúvidas da eletrosfera”.

Aluno 48: “O aplicativo é muito bom porém as letras poderiam ser mais escuras para ajudar na hora do destino”.

Aluno 49: “Eu achei o aplicativo uma excelente ferramenta didática e de fácil entendimento, o único problema é que nos tablets a letra é muito clara [*sic*] didificultando o entendimento da distribuição eletrônica”.

Aluno 50: “O aplicativo em geral é de grande utilidade, tendo uma maneira simples de ser utilizado. O que falta no aplicativo é uma aparência mais dinâmica, como um fundo 3D ou algo do tipo”.

Aluno 51: “Na minha opinião o aplicativo é muito bom, eu adorei tudo nele e ele é bem explicadinho e funcional. Eu acho que podia ter mais cores ou papel de parede”.

Aluno 52: “Gostei bastante do aplicativo, principalmente que não necessita de internet”.

Aluno 53: “O aplicativo está ótimo, ainda precisa de algumas otimizações, o espaço para os níveis da eletrosfera [*sic*] esta um pouco pequeno. Sugiro uma função de remover mais partículas de uma vez”.

Aluno 54: “Apenas melhorar o design do aplicativo para ter uma aparência melhor e mais agradável, de resto, tudo ok”.

Aluno 55: “Acho que deveria mudar o design do App, mostra a distribuição por K, L, M e mostrar em qual classe e família os elementos ficam na tabela periódica”.

Aluno 56: “O aplicativo é muito bom, ele não trava, é muito bom para o aprendizado da matéria e simplesmente auto-explicativo, só que as perguntas poderiam aparecer dentro do aplicativo para assim, quando for baixado podermos jogar sem uma folha em sala de aula”.

Aluno 57: “O aplicativo é bom, fácil de se usar e ajuda muito a tirar dúvidas. Não tenho o que reclamar e espero que ele lance para todos usarmos.”

APÊNDICE J – SUGESTÕES E CRÍTICAS APRESENTADAS PELOS ALUNOS NA APLICAÇÃO DO APÊNDICE E

Aluno 1: “O aplicativo é bom em tudo. Só recomendo ter coisas como atividades próprias dentro dele (como jogos e testes)”.

Aluno 2: “O aplicativo é muito bom, eu utilizaria para estudar para as provas”.

Aluno 3: “Aplicativo bem simples de usar”.

Aluno 4: “Nada a acrescentar, tudo muito bom”.

Aluno 5: “Aplicativo de fácil entendimento e utilização. Além disso, auxilia a entender melhor o conteúdo sobre estrutura atômica”.

Aluno 6: “Parabéns, Bruno! É um ótimo projeto! É possível melhorar um pouco o tamanho das letras e uniformizar o tipo de letra para ficar algo mais profissional, mas num todo isso são apenas detalhes”.

Aluno 7: “Colocar quando for cátion e ânion não só com a carga mas escrevendo também. De resto o aplicativo é perfeito”.

Aluno 8: “Poderia explicar se o elemento é um cátion ou um ânion”.

Aluno 9: “Aprofundar mais e com outros conteúdos. Exemplo: balanceamento”.

Aluno 10: “Boa didática e dinâmico para aprender/revisar conteúdos”.

Aluno 11: “O aplicativo é bem simples mas muito bem desenvolvido, além de muito prático”.

Aluno 12: “Não sei as regras do seu trabalho, mas acho que tem informações desnecessárias no tutorial, que deveria ter o foco em te ensinar a usar o aplicativo, e que o tamanho requerido da tela do tablet não seja importante nesse caso”.

Aluno 13: “Muito bom”.

APÊNDICE K – TUTORIAL DO APLICATIVO



Desenvolvido
Laboratório Didático de Química (LaDQuim)
Instituto de Química - Universidade Federal do Rio de Janeiro

Equipe
Antonio Carlos Oliveira Guerra (Professor - Dpto Química Inorgânica – UFRJ)
Arthur de Andrade Barcellos (Engenharia Eletrônica e da Computação – UFRJ)
Bruno de Almeida Bastos (Mestrando em Ensino de Química - UFRJ)⁸
Joaquim Fernando Mendes da Silva (Professor - Dpto Química Orgânica – UFRJ)
Daniel Pinheiro da Silva Junior (Ciência da Computação - UFF)

O software educacional Construa Seu Átomo é de Propriedade Intelectual dos seus criadores e desenvolvedores, vinculados ao Laboratório Didático de Química (LaDQuim) do Instituto de Química da UFRJ. O seu uso e distribuição são livres e sua aplicação exclusivamente para fins educacionais. Portanto, o aplicativo Construa Seu Átomo não pode ser comercializado ou alterado, em parte ou no todo, sem a expressa autorização dos autores.

Versão
2017.01

Agradecimentos



Manual de instruções:

⁸ Para dúvidas: brunodealmeid@gmail.com

Sumário

1- INTRODUÇÃO	73
2- MATERIAL NECESSÁRIO PARA UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO:	73
3- RESUMO DO FUNCIONAMENTO:	73
4- DEMONSTRAÇÃO DE UM ÁTOMO REPRESENTADO:	79

1- INTRODUÇÃO

Este tutorial tem por objetivo explicar o funcionamento do aplicativo “Construa Seu Átomo” que é um software que trata sobre o conceito de estrutura atômica segundo o modelo atômico de Bohr, que é um tema tratado dentro do currículo de Química.

Tendo como referência a Lei 13.146, de 06 de julho de 2015, em especial o seu Art.28. O público alvo geral são os alunos de turmas inclusivas dando uma atenção mais específica para os estudantes com deficiência auditiva da disciplina de Química da rede pública de ensino básico ou superior. Apesar da referência mencionada, nada impede do software ser utilizado por discentes sem necessidades especiais.

Por meio do aplicativo, os alunos poderão representar a estrutura eletrônica de um átomo, segundo o modelo atômico de Bohr, adicionando ou removendo prótons, nêutrons e elétrons. A representação permite aos alunos conferir o número de prótons, nêutrons e elétrons, o símbolo e o nome do elemento químico, o número de massa, o número atômico, a carga e, por fim, a distribuição eletrônica.

2- MATERIAL NECESSÁRIO PARA UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO:

- Dispositivo móvel (tablet), de 7 polegadas ou mais, com sistema operacional Android®.
- Aplicativo “Construa Seu Átomo”⁹.

3- RESUMO DO FUNCIONAMENTO:

- É fundamental que o aplicativo esteja instalado corretamente no dispositivo móvel (*tablet*).
- Ao executar o “Construa seu átomo”, o usuário visualizará a tela de apresentação do aplicativo e os botões "Tutorial" e “Começar” (**Figura 1K**).

⁹ O aplicativo está disponível apenas para Android® na loja da *Google Play Store*.

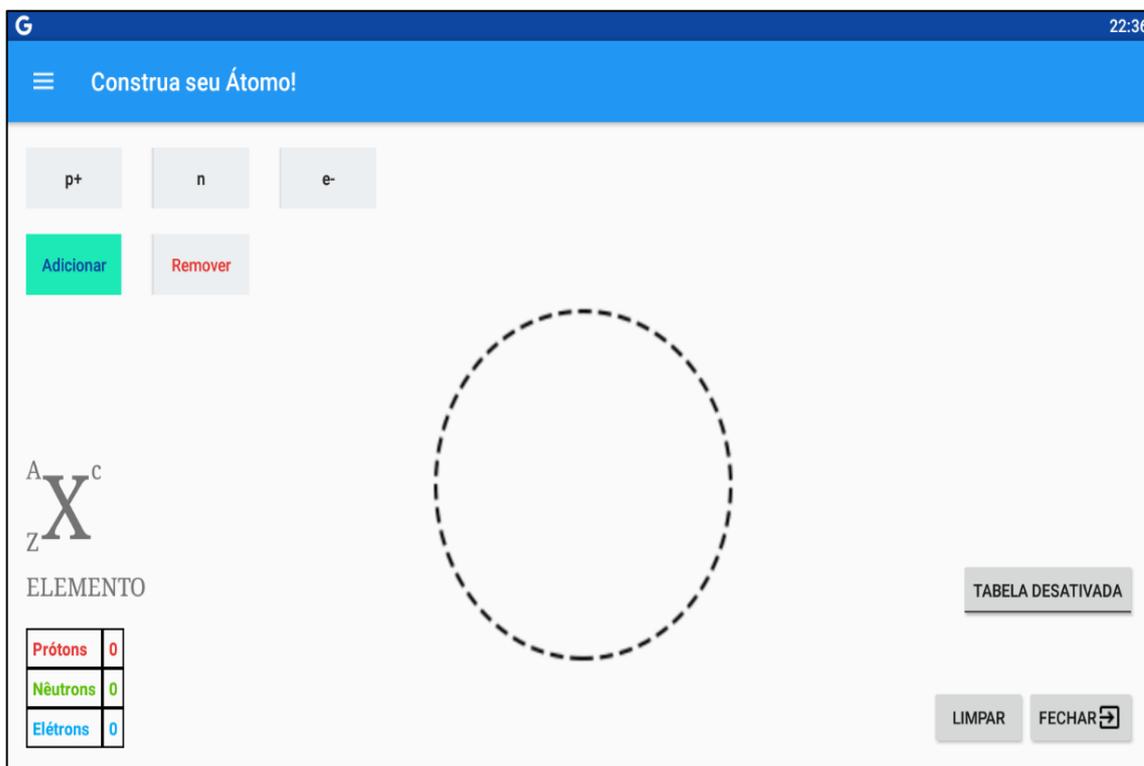
Figura 1K - Tela de apresentação do aplicativo.



Fonte: Produção do próprio autor.

• Ao clicar no botão “tutorial” (Figura 1K), o usuário será direcionado para as instruções por escrito sobre como usar o aplicativo e, ao clicar no botão “começar”, o usuário será direcionado para a tela de representação do átomo (tela principal do aplicativo) (Figura 2K).

Figura 2K - tela de representação do átomo.



Fonte: Produção do próprio autor.

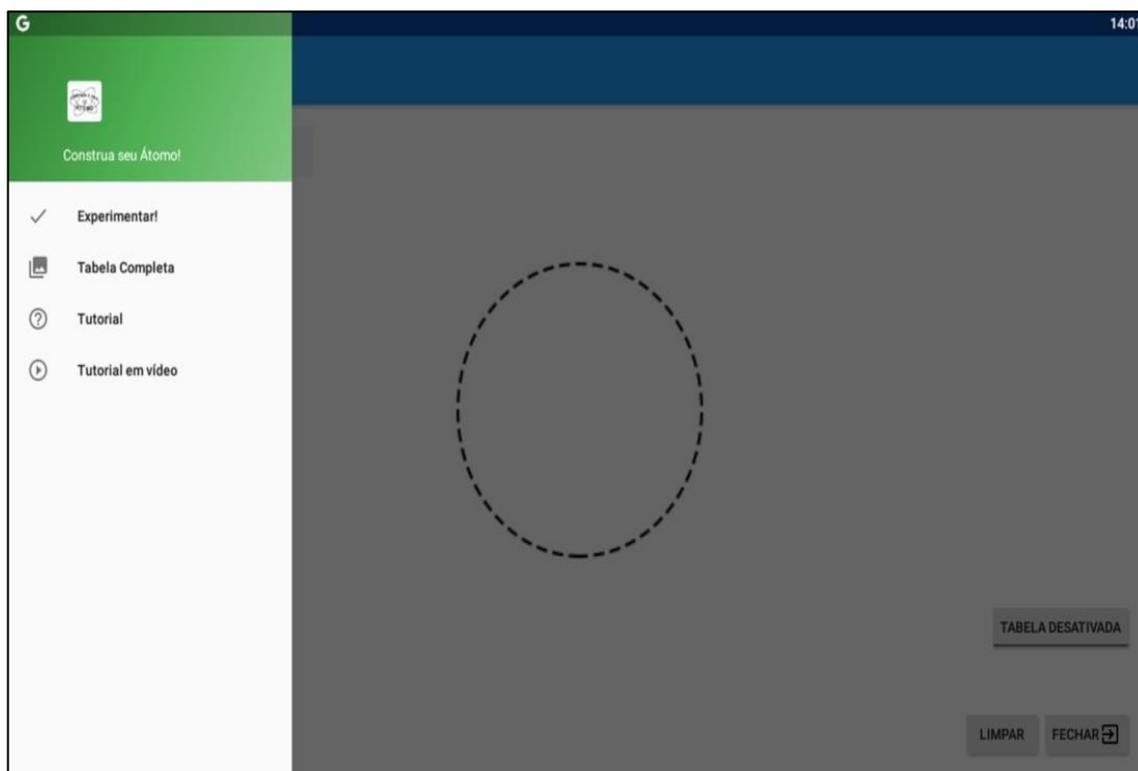
• Legenda:

- i. ≡: menu principal – botão utilizado para acessar a tabela periódica completa, tutorial por escrito e tutorial em vídeo com tradução para a Linguagem Brasileira de Sinais (**Figura 3K**).
- ii. p^+ : próton – botão utilizado para alterar a quantidade de prótons (adicionar ou remover) no átomo a ser representado.
- iii. n : nêutron – botão utilizado para alterar a quantidade de nêutrons (adicionar ou remover) no átomo a ser representado.
- iv. e^- : elétron – botão utilizado para alterar a quantidade de elétrons (adicionar ou remover) no átomo a ser representado.
- v. Adicionar – botão utilizado para ativar a ação “adicionar” no átomo a ser representado.
- vi. Remover – botão utilizado para ativar a ação “remover” no átomo a ser representado.
- vii. Tabela desativada – botão utilizado para ativar ou desativar a tabela periódica resumida para eventuais consultas (**Figura 4K**).

- viii. X – local onde será apresentado o símbolo do elemento químico referente ao átomo representado.
- ix. Elemento – local onde será apresentado o nome do elemento químico referente ao átomo representado.
- x. A – local onde será apresentado o número de massa do átomo representado.
- xi. Z – local onde será apresentado o número atômico do átomo representado.
- xii. C – local onde será apresentado o carga do átomo representado.
- xiii. Limpar – botão utilizado para limpar todas as informações da tela.
- xiv. Fechar – botão utilizado para fechar o aplicativo.

Obs.: a distribuição eletrônica aparecerá automaticamente na parte inferior da tela, a partir do momento que o usuário adicionar o primeiro elétron (**Figura 5K**).

Figura 3K - Menu principal.



Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 4K - Tabela periódica resumida ativada.

Tabela Periódica

Uau! Você achou um elemento!

Na
Sódio

Prótons	11
Nêutrons	12
Elétrons	11

Distribuição Eletrônica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

TABELA ATIVADA

LIMPAR FECHAR

Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 5K - Distribuição eletrônica do átomo de hidrogênio no estado fundamental.

Uau! Você achou um elemento!

H⁰
Hidrogênio

Prótons	1
Nêutrons	0
Elétrons	1

Distribuição Eletrônica: $1s^1$

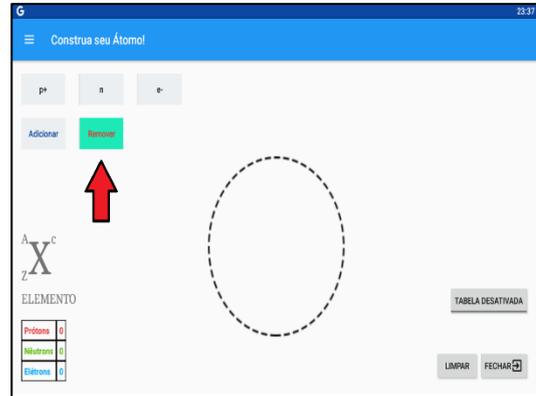
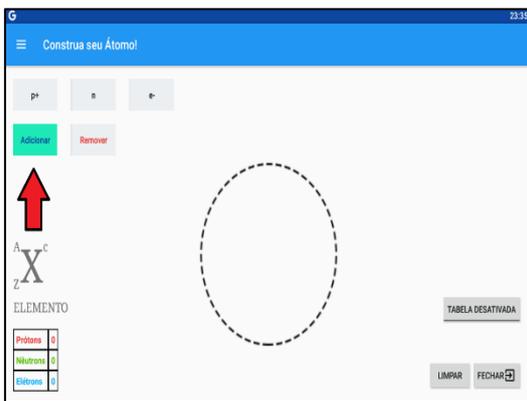
TABELA DESATIVADA

LIMPAR FECHAR

Fonte: Produção do próprio autor.

- Selecione uma das opções “Adicionar” ou “Remover”. Ao clicar em uma das alternativas, o fundo do botão selecionado ficará na cor verde indicando que ele está ativo (Figura 6K).

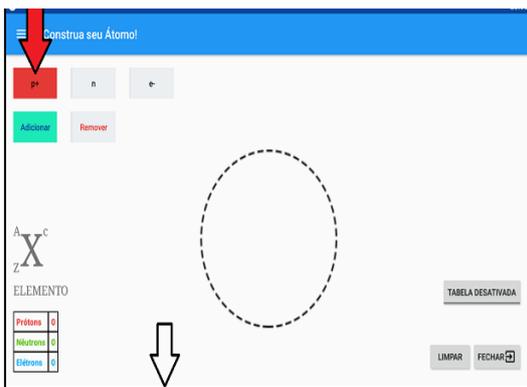
Figura 6K - Botões "Adicionar" e "Remover" selecionados.



Fonte: Produção do próprio autor.

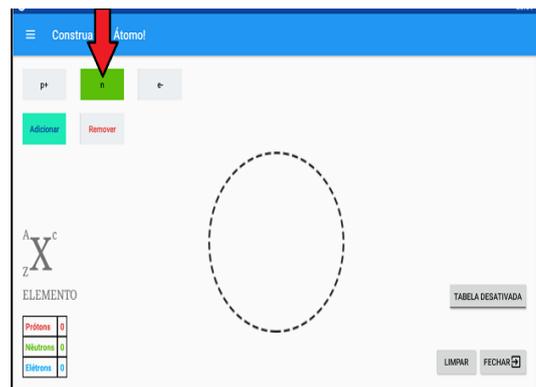
- Em seguida, selecione uma das partículas que deseja adicionar ou remover, sendo elas “Prótons”, “Nêutrons” e “Elétrons”. Ao clicar em uma das partículas, o fundo do botão mudará de cor, indicando que ele está ativo. O botão do próton “ p^+ ” ficará vermelho (Figura 7K), o botão do nêutron “ n ” ficará verde (Figura 8K) e o botão do elétron “ e^- ” ficará azul (Figura 9K).

Figura 7K - Botão próton (p^+) selecionado.



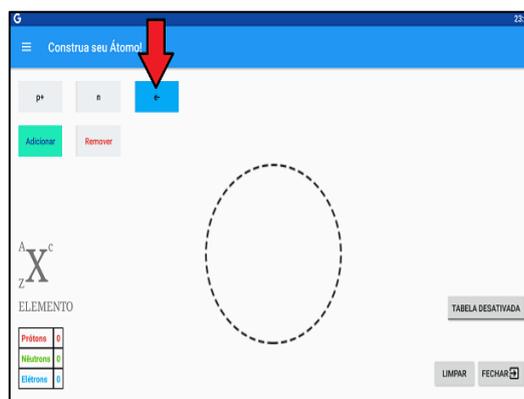
Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 8K - Botão nêutron (n) selecionado.



Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 9K - Botão elétron (e^-) selecionado.



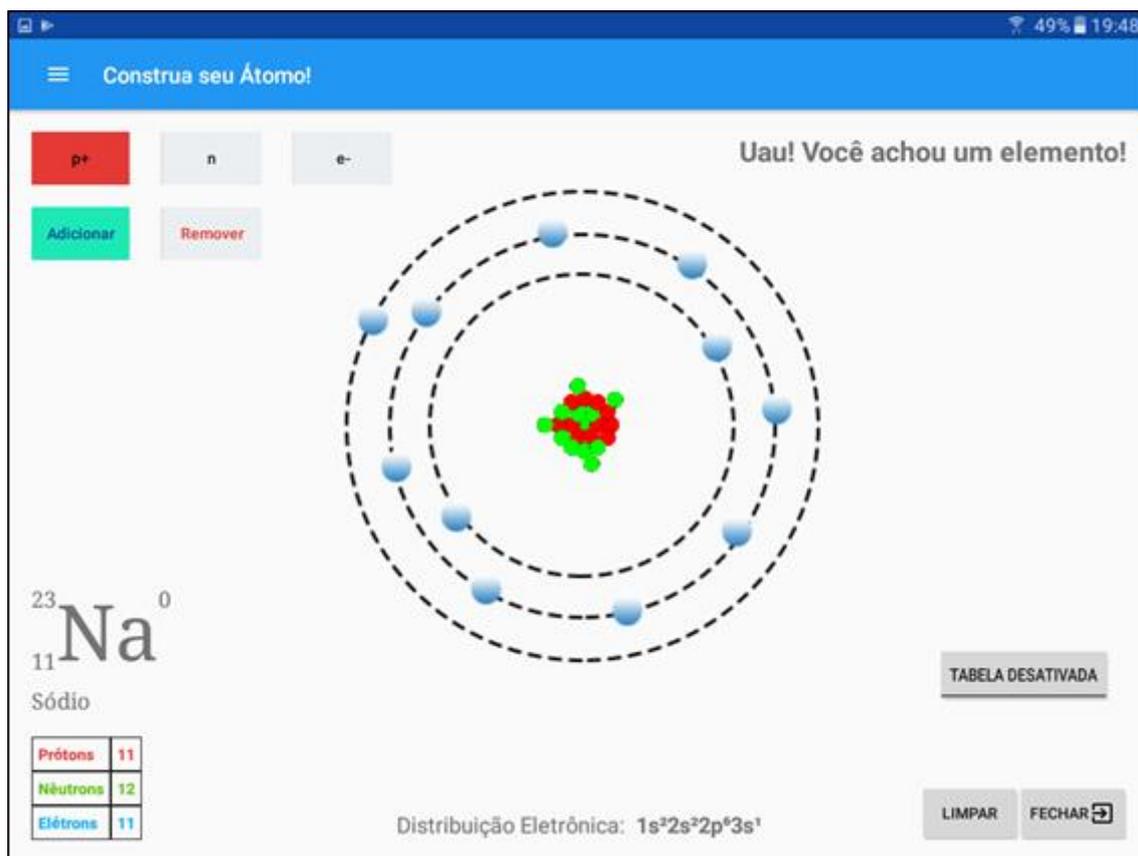
Fonte: Produção do próprio autor.

- Por fim, ao manusear as partículas, clique no local adequado para adicioná-las ou removê-las – prótons e nêutrons na região que representa o núcleo atômico e elétrons na região que representa a eletrosfera do átomo.

4- DEMONSTRAÇÃO DE UM ÁTOMO REPRESENTADO:

Observar-se na **Figura 10K** a representação de um átomo de sódio. Na tela é possível observar todas as informações disponibilizadas pelo aplicativo, segundo a representação do modelo atômico Bohr. São elas: o número de prótons, nêutrons e elétrons inseridos, o nome e símbolo do elemento químico, a carga do elemento em questão, a distribuição eletrônica de acordo com Linus Pauling e a mensagem se o átomo representado é um isótopo ou não.

Figura 10K - Representação do átomo de sódio.



Fonte: Produção do próprio autor.