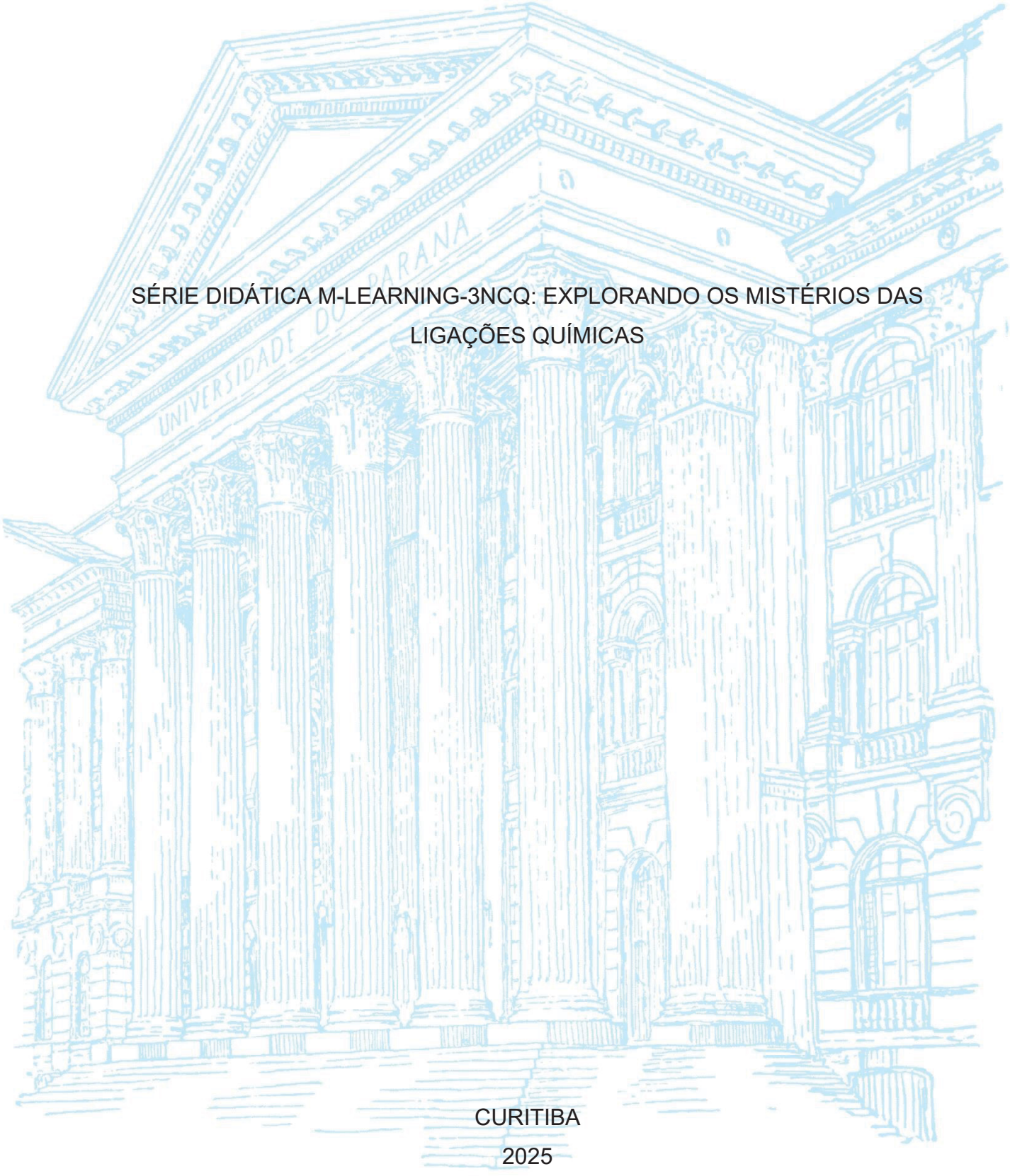
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAROLINE DE SOUZA ALMEIDA



SÉRIE DIDÁTICA M-LEARNING-3NCQ: EXPLORANDO OS MISTÉRIOS DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS

CURITIBA

2025

CAROLINE DE SOUZA ALMEIDA

SÉRIE DIDÁTICA M-LEARNING-3NCQ: EXPLORANDO OS MISTÉRIOS DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Química.

Orientador: Prof. Dr. Everton Bedin

Coorientador: Prof. Dr. Flávio Massao Matsumoto

CURITIBA

2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Almeida, Caroline de Souza
Série didática M-Learning-3NCQ: explorando os mistérios das ligações químicas / Caroline de Souza Almeida. – Curitiba, 2025.
1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional.

Orientador: Everton Bedin
Coorientador: Flávio Massao Matsumoto

1. M-learning (Projeto). 2. Ligações químicas. 3. Didática. I. Universidade Federal do Paraná. II. Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional. III. Bedin, Everton. IV. Matsumoto, Flávio Massao. V. Título.

Bibliotecário: Elias Barbosa da Silva CRB-9/1894

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação QUÍMICA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **CAROLINE DE SOUZA ALMEIDA** intitulada: **SÉRIE DIDÁTICA M-LEARNING-3NCQ: EXPLORANDO OS MISTÉRIOS DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS**, sob orientação do Prof. Dr. EVERTON BEDIN, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 14 de Fevereiro de 2025.

Assinatura Eletrônica
19/02/2025 10:49:04.0
EVERTON BEDIN
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
19/02/2025 14:10:58.0
GILBERTO ABATE
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA- CURITIBA)

Assinatura Eletrônica
19/02/2025 14:27:00.0
GIOVANA GIOPPO NUNES
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.
Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 423240
Para autenticar este documento/assinatura, acesse https://siga.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp e insira o codigo 423240

Dedico esse trabalho aos meus pais, Eunice e Mauro, e minha avó, Alzira, que embora neste plano já não mais estejam, há um pouco de vocês em mim, qualidades que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e a todos os benfeitores espirituais que, com sua luz e inspiração, me conduziram e me ampararam ao longo desta trajetória. Que suas sabedorias e amparos continuem sempre a me guiar, permitindo que eu siga no caminho da evolução e do aprendizado contínuo.

À pessoa mais importante da minha vida, minha mãe (in memoriam), que sempre me guiou pelo caminho da educação como a forma mais preciosa, me contemplando sempre com seu amor sem medidas. Sei que está radiante de alegria, onde quer que esteja.

Ao meu amado marido, Marlon, que, desde a graduação, há 11 anos, jamais saiu do meu lado, me oferecendo sempre apoio, colo e me acalmando nas crises de ansiedade, sempre me fazendo rir. Te amo para sempre.

Ao meu pai e à minha avó materna (in memoriam), que escolheram o começo do mestrado para não estarem mais junto de mim, e não puderam me ver tornar mestre. Porém, de onde estiverem, sei que estão muito felizes com a minha conquista.

Ao meu irmão, Wagner, que, como bom irmão mais velho, sempre me colocou sob suas asas, protegendo e torcendo pelas minhas vitórias.

Aos meus amigos, que estiveram comigo nessa e em tantas outras jornadas. Sem o apoio de vocês, eu não chegaria até aqui.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Everton Bedin, por não ter desistido de mim, por sua paciência e amorosidade sem tamanho. Obrigada por ser humano e por me ter aceitado como orientanda.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Flávio Massao Matsumoto, por ter topado, com carinho, me auxiliar nesta trajetória, mesmo diante das dificuldades.

Aos professores que compõe a banca, Profª Drª Giovana Gioppo Nunes e Prof. Dr. Gilberto Abate, por aceitarem participar desse trabalho comigo, com contribuições enriquecedoras e muito carinho.

Por fim, agradeço aos alunos que me ajudaram na construção dessa pesquisa, e ao Colégio Marista Santa Maria por me apoiar no meu crescimento acadêmico.

Positioned at the crossroads of the physical and biological sciences, chemistry deals with neither the infinitely small, nor the infinitely large, nor directly with life. So it is sometimes thought of as dull, the way things in the middle often are. But this middle ground is precisely where human beings exist, and…the world at the molecular level is complex and agitated, like the emotions of the supposedly dispassionate scientists who explore it. (Peter Mahaffy, 2004, p. 229-245)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar a aplicação de uma série didática intitulada *Série Didática M-Learning – Três Níveis de Conhecimento Químico (3NCQ): Explorando os Mistérios das Ligações Químicas*. Fundamentada na linha de pesquisa de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e nas estratégias de m-learning, a série busca promover a transição dos alunos pelos três níveis de conhecimento químico (3NCQ) descritos por Johnstone: macroscópico, submicroscópico e simbólico, no contexto do conteúdo de Ligações Químicas. A série foi estruturada em seis aulas, cada uma utilizando softwares ou aplicativos que estabelecem relações com os três níveis de conhecimento químico. A seleção criteriosa desses aplicativos considerou critérios como interatividade, relevância pedagógica e acessibilidade, de modo a garantir uma experiência de aprendizagem satisfatória e engajadora. A aplicação da pesquisa ocorreu com uma turma de 31 alunos, com idade média de 15 anos, da primeira série do ensino médio no Colégio Marista Santa Maria de Curitiba. A metodologia adotada incluiu a implementação da série didática, observações em sala de aula e a aplicação de um questionário composto por questões abertas e fechadas, organizadas em escala de concordância. Os dados coletados foram analisados por meio de métodos estatísticos e pela Análise de Conteúdo de Bardin. Esse delineamento foi essencial para compreender as dificuldades que os estudantes enfrentam ao relacionar conteúdos abstratos, como Ligações Químicas, com o uso de tecnologias no processo educativo. A utilização das ferramentas de m-learning revelou-se eficaz para melhorar o engajamento e a compreensão dos discentes, contribuindo significativamente para a assimilação das Ligações Químicas nos três níveis de conhecimento químico (3NCQ). A proposta demonstrou potencial para promover uma aprendizagem interativa e contextualizada, servindo, por fim, como modelo adaptável para a incorporação de tecnologias móveis em diferentes contextos educacionais.

Palavras-chave: m-learning; três níveis de conhecimento químico; série didática.

ABSTRACT

This study aims to present the application of a didactic series titled *M-Learning Didactic Series – Three Levels of Chemical Knowledge (3NCQ): Exploring the Mysteries of Chemical Bonds*. Grounded in the research field of Digital Information and Communication Technologies (DICT) and m-learning strategies, the series seeks to facilitate students' transition through Johnstone's three levels of chemical knowledge (3NCQ): macroscopic, submicroscopic, and symbolic, within the context of Chemical Bonding. Additionally, it aims to stimulate students' active participation by building on their prior knowledge and to evaluate the effects of the pre-established activities. The careful selection of these educational tools was based on criteria such as interactivity, pedagogical relevance, and accessibility, ensuring a satisfying and engaging learning experience. The research was conducted with a group of 31 students, averaging 15 years old, in the first year of high school at Colégio Marista Santa Maria in Curitiba, Brazil. The methodology involved the implementation of the didactic series, classroom observations, and a questionnaire comprising open and closed questions, organized on a Likert scale. The data collected were analyzed using statistical methods and Bardin's content analysis. This approach was instrumental in understanding the challenges students face in connecting abstract content, such as Chemical Bonding, with technology in the educational process. The use of m-learning tools proved effective in enhancing students' engagement and understanding, significantly contributing to the comprehension of Chemical Bonding across the three levels of chemical knowledge (3NCQ). This proposal demonstrated its potential to foster interactive and contextualized learning, ultimately serving as a model for integrating mobile technology into education, adaptable to various educational contexts.

Keywords: m-learning; three levels of chemical knowledge; didactic series.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - NÍVEIS DE CONHECIMENTO QUÍMICO DE JOHNSTONE 24
FIGURA 2 - EXEMPLO DE MODELO DA DISSOLUÇÃO DO CLORETO DE SÓDIO EM ÁGUA PARA ASSOCIAÇÃO MICRO AO MACRO 26
FIGURA 3 - TETRAEDRO DE MAHAFFY.....28
FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA DE LEWIS COM OS ELÉTRONS DE VALÊNCIA DOS ELEMENTOS CARBONO, NITROGÊNIO, ARGÔNIO, CLORO, HIDROGÊNIO E OXIGÊNIO. 31
FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO DE LEWIS PARA A LIGAÇÃO IÔNICA ENTRE O SÓDIO E O CLORO 32
FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO DO RETÍCULO CRISTALINO IÔNICO ENTRE O SÓDIO E O CLORO 33
FIGURA 7 - EXEMPLO DE CRISTAL FORMADO A PARTIR DE LIGAÇÕES IÔNICAS 33
FIGURA 8 - RELAÇÃO ENTRE CARGA, TAMANHO DOS ÍONS E ENERGIA RETICULAR 34
FIGURA 9 - REPRESENTAÇÃO DE LEWIS PARA A LIGAÇÃO COVALENTE ENTRE ÁTOMOS DE FLÚOR.....34
FIGURA 10 - REPRESENTAÇÃO DE LEWIS PARA A LIGAÇÕES MÚLTIPLAS DO CO_2 e o N_2 35
FIGURA 11 - REPRESENTAÇÃO DA LIGAÇÃO METÁLICA.....37
FIGURA 12 - BANDA DE ORBITAIS MOLECULARES E MUDANÇA DE ENERGIA PARA Li_2 E Li_3 38
FIGURA 13 - PERSPECTIVAS FUNDAMENTAIS DO M-LEARNING.....45
FIGURA 14 - INFOGRÁFICO DA SÉRIE DIDÁTICA DE FORMA SIMPLIFICADA ...56
FIGURA 15 - FLUXOGRAMA DO FUNCIONAMENTO DO *PEER INSTRUCTION* ..61
FIGURA 16 - FUNCIONAMENTO DO SOCRATIVE COM AS PORCENTAGENS. ..61
FIGURA 17 - QUESTÕES 3 E 10 DO QUIZ DO APLICATIVO SOCRATIVE.....63
FIGURA 18 - SLIDES CRIADOS NA PLATAFORMA NEARPOD 66
FIGURA 19 - PERGUNTA PROVOCADORA NA APRESENTAÇÃO DA AULA 3 71
FIGURA 20 - SLIDE COM CONCEITO DE CONDUTIVIDADE 72
FIGURA 21 - REALIDADE AUMENTADA REPRESENTANDO A LIGAÇÃO IÔNICA ENTRE LÍTIO E FLÚOR.....73
FIGURA 22 - INSTRUÇÕES PARA BAIXAR OS APLICATIVOS DA AULA 3.....73

FIGURA 23 - REPRESENTAÇÃO DA LIGAÇÃO IÔNICA ENTRE OS ELEMENTOS SÓDIO E CLORO EM 3D 74
FIGURA 24 - SLIDE PARA EXPLICAR O EXPERIMENTO DA AULA 3 75
FIGURA 25 - FÓRMULA MOLECULAR E MODELAGEM 3D DA MOLÉCULA DE NH_3 77
FIGURA 26 - ESTRUTUTURAS MONTADAS PELOS ALUNOS NO APLICATIVO KING DRAW: CHEMISTRY STATION 79
FIGURA 27 - REPRESENTAÇÕES 3D A) DO OURO, B) PONTO DE FUSÃO E EBULIÇÃO DO OXIGÊNIO, C) QUEBRA APÓS AGITAR O CARBONO, D) NÚVEM DE ELÉTRONS DO MAGNÉSIO, E) ESPECTRO DE EMISSÃO DO SÓDIO E F) EMPACOTAMENTO DO ALUMÍNIO 80
FIGURA 28 - ALUNOS UTILIZANDO O APLICATIVO ELEMEND TABELA PERIÓDICA 3D 82
FIGURA 29 - INTRODUÇÃO DO ESCAPE ROOM SOBRE LIGAÇÕES QUÍMICAS 84
FIGURA 30 - QUESTÕES DAS FASES TERRA, AR, ÁGUA E FOGO. 85
FIGURA 31 - ALUNOS JOGANDO O ESCAPE ROOM DE LIGAÇÕES QUÍMICAS 87
FIGURA 32 - OS COMPONENTES DO DIAGRAMA DE BOXPLOT. 102

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - OS COMPONENTES DO DIAGRAMA DE BOXPLOT 103
GRÁFICO 2 - BOXPLOT DAS AFIRMATIVAS A, E, F, J, K, L e N. 104
GRÁFICO 3 - BOXPLOT DA AFIRMATIVA B. 106
GRÁFICO 4 - BOXPLOT DA AFIRMATIVA C. 107
GRÁFICO 5 - BOXPLOT DA AFIRMATIVA D. 108
GRÁFICO 6 - BOXPLOT DA AFIRMATIVA M. 109
GRÁFICO 7 - BOXPLOT DA AFIRMATIVA G. 110
GRÁFICO 8 - BOXPLOT DA AFIRMATIVA H. 111
GRÁFICO 9 - BOXPLOT DA AFIRMATIVA I. 113

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - LISTA DE APLICATIVOS BAIXADOS PARA ESCOLHA NA IMPLEMENTAÇÃO DA SÉRIE DIDÁTICA.....54
QUADRO 2 - QUESTIONÁRIO DISPONIBILIZADO AOS ALUNOS 57
QUADRO 3 - PORCENTAGEM DE ACERTOS NO APLICATIVO SOCRATIVE 62
QUADRO 4 - CLASSIFICAÇÃO DAS ASSERTIVAS DO QUESTIONÁRIO.....89
QUADRO 5 - ANÁLISE DE CONTEÚDO SOBRE A PERGUNTA 1.....115
QUADRO 6 - ANÁLISE DE CONTEÚDO SOBRE A PERGUNTA 2.....117
QUADRO 7 - ANÁLISE DE CONTEÚDO SOBRE A PERGUNTA 3.....119
QUADRO 8 - FREQUÊNCIA DE RESPOSTAS PARA AS PERGUNTAS 4 E 5 122

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RELAÇÃO DE PERGUNTAS DO VÍDEO 1 DO NEARPOD COM TEMPO E PORCENTUAL DE ACERTOS 68
TABELA 2 - RELAÇÃO DE TEMPO E PORCENTUAL DE ACERTOS NO SEGUNDO VÍDEO DA AULA 2 69
TABELA 3 - VALOR NUMÉRICO DO TESTE DE CRONBACH DOS DADOS DO QUESTIONÁRIO 90
TABELA 4 - VALORES DE RELAÇÃO ITEM A ITEM A AO G ALFA DE CRONBACH 91
TABELA 5 - VALORES DE RELAÇÃO ITEM A ITEM H AO N ALFA DE CRONBACH 92
TABELA 6 - VALORES DE SIGNIFICÂNCIA NO TESTE DE NORMALIDADE 93
TABELA 7 - VALORES DE RANKINGS NO TESTE DE MANN-WHITNEY PARA OS DADOS DE GÊNERO. 94
TABELA 8 - DADOS DO TESTE DE MANN-WHITNEY PARA A VARIÁVEL DE AGRUPAMENTO GÊNERO.....94
TABELA 9 - VALORES DE RANKINGS NO TESTE DE MANN-WHITNEY PARA IDADE. 95
TABELA 10 - DADOS DO TESTE DE MANN-WHITNEY PARA A VARIÁVEL DE AGRUPAMENTO IDADE 96
TABELA 11 - VALORES DE RANKINGS NO TESTE DE KRUSKAL WALLIS PARA OS DADOS DE ÁREA DE INTERESSE 97
TABELA 12 - DADOS DO TESTE DE KRUSKAL WALLIS PARA A VARIÁVEL DE AGRUPAMENTO ÁREA DE INTERESSE.....98
TABELA 13 - VALORES DE RANKINGS NO TESTE DE KRUSKAL WALLIS PARA OS DADOS DE GRAU DE INTERESSE EM QUÍMICA.....98
TABELA 14 - DADOS DO TESTE DE KRUSKAL WALLIS PARA A VARIÁVEL DE AGRUPAMENTO INTERESSE EM QUÍMICA. 99
TABELA 15 - DADOS DE ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS ASSERTIVAS. 101

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

3NQC	– Três Níveis de Conhecimento Químico
BNCC	– Base Nacional Curricular Comum
RA	– Realidade Aumentada
RV	– Realidade Virtual
TDIC	– Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TIC	– Tecnologias de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17
2 DO MACRO AO MICRO: ENTENDENDO AS LIGAÇÕES QUÍMICAS POR INTERMÉDIO DOS 3 NÍVEIS DE CONHECIMENTO QUÍMICO (3NCQ) 23
2.1 OS TRÊS NÍVEIS DE CONHECIMENTO QUÍMICO 24
2.1.1 Nível macroscópico 24
2.1.2 Nível submicroscópico 25
2.1.3 Nível simbólico 26
2.1.4 Quadrilátero de Mahaffy 28
2.2 LIGAÇÕES QUÍMICAS 29
2.2.1 Ligações iônicas 32
2.2.2 Ligações covalentes 34
2.2.3 Ligações metálicas 36
3 ENSINO DE QUÍMICA E TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS 40
3.1 O ENSINO DE QUÍMICA 40
3.1.1 A química e sua importância. 40
3.1.2 Evolução do ensino de química 41
3.2 APRENDIZAGEM MÓVEL (M-LEARNING) 43
3.2.1 Um breve histórico do m-learning 45
3.2.2 Tecnologia no ensino de química 48
3.2.3 M-Learning em ligações químicas: conectando os três níveis de conhecimento 49
4 METODOLOGIA 53
5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS 60
5.1 APLICAÇÃO DA SÉRIE DIDÁTICA M-LEARNING 60
5.1.1 AULA 1 - Revisitando o Universo Microscópico: Um Recapitular de Partículas Químicas. 60
5.1.2 AULA 2 - O Enigma das Ligações Químicas: Desvendando o Motivo por Trás da União do Elementos. 65
5.1.3 AULA 3 – Atração Entre os Opostos: A Química das Ligações Iônicas. 71
5.1.4 AULA 4 - Compartilhando para Construir: A Química das Ligações Covalentes 76

5.1.5 AULA 5 - A Dança dos Elétrons Livres: Uma Visão sobre Ligação Metálica....80
5.1.6 AULA 6 – Reconectando com a Química – Uma Oportunidade de Reconstruir Entendimentos 83
5.2 ESTUDO QUANTITATIVO: ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DO QUESTIONÁRIO 88
5.2.1 Alfa Cronbach.....90
5.2.2 Teste de Normalidade 92
5.2.3 Teste não paramétrico Mann-Whitney U 93
5.2.4 Teste não-paramétrico Kruskal Wallis 96
5.3 ANÁLISE DE CONTEÚDO E DADOS DESCRITIVOS: UMA PERSPECTIVA INTEGRADA.....114
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....124
REFERÊNCIAS.....126
APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO DO QUIZ DA AULA 1 130
APÊNDICE 2 – RELATÓRIO DA AULA 2 - APLICAÇÃO DO NEARPOD.....136
APÊNDICE 3 – ATIVIDADE SOBRE LIGAÇÕES IÔNICAS 144
APÊNDICE 4 – ATIVIDADE SOBRE LIGAÇÕES METÁLICAS 147
APÊNDICE 5 - RESPOSTAS DISCURSIVAS DO QUESTIONÁRIO APLICADO..149

1 INTRODUÇÃO

O amor pela química surgiu tardiamente em minha vida, após concluir o ensino médio. Foi durante meu cursinho pré-vestibular que um professor de química orgânica despertou minha paixão pela disciplina, ao relacioná-la com situações do cotidiano. Esse enfoque contextualizado revelou a maravilha da química, antes vista por mim como algo abstrato e sem sentido. Em decorrência desse processo, em 2011 decidi seguir os passos desse professor, aspirando transmitir um conhecimento tão complexo e fascinante de modo que fizesse sentido na vida das pessoas.

Após aprovação no vestibular, matriculei-me no curso de química da UFPR para cursar bacharelado e licenciatura em 2012, com o propósito de eventualmente me tornar professora. Contudo, minha timidez e aversão a ser o centro das atenções me levaram a explorar outras possibilidades, deixando de lado um pouco a profissão professor. Uma experiência de Iniciação Científica no Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR) me revelou as limitações da área industrial, restringindo-me a um laboratório isolado e rotineiro, o que me fez optar pela habilitação em licenciatura.

Minha jornada como professora iniciou em 2015, ainda durante a graduação, quando comecei a lecionar para o Programa de Suplência de Ensino Médio. Embora enfrentasse dificuldades iniciais ao ministrar aulas sobre química ambiental, fui auxiliada por colegas da graduação, superando o medo da falta de domínio do conteúdo e da exposição desse conteúdo em sala de aula. Assim, percebi o quanto o ato de ensinar me completava e os desafios que ainda enfrentaria para minha evolução profissional.

Em 2018, ingressei no Colégio Marista Santa Maria, onde fui acolhida de maneira surpreendente pela filosofia da escola e pela comunidade escolar. No ano seguinte, fui convidada por uma ex-aluna para participar da ONG Vai Cair na Prova; um cursinho pré-vestibular social, onde atuo como vice-presidente, orgulhando-me do impacto positivo que temos na vida dos alunos.

Apesar dos desafios, meu amor por ensinar química persiste. Consciente das dificuldades em facilitar a compreensão de uma disciplina tão abstrata, sigo o exemplo do professor que me inspirou, buscando tornar a química acessível e cativante. Nessa intenção, a integração de tecnologias em sala de aula é uma ferramenta que utilizo para estimular a participação dos alunos e facilitar a compreensão dos conteúdos, alinhando-me com o mundo digital em que vivemos.

O desejo de aprimorar meus conhecimentos me levou a considerar um mestrado, porém, conciliar a pesquisa com a rotina intensa de trabalho parecia impossível. Entretanto, ao descobrir o Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), vi a oportunidade perfeita para aprofundar os meus conhecimentos e aplicá-los em sala de aula. Em 2023, iniciei o programa de mestrado, ansiosa para expandir minha expertise e contribuir ainda mais para a educação.

Nesse sentido, em decorrência da minha índole como profissional da educação, em especial da disciplina de química, em conversa com o meu orientador, foi ponderada a utilização das tecnologias como ferramenta essencial para permitir que os alunos transitem fluidamente pelos diferentes níveis do conhecimento químico. Afinal, durante a discussão, retomamos o movimento crescente do uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) durante a pandemia, destacando-se como recursos essenciais para a continuidade e o aprimoramento do processo educacional.

Assim, desde então, tenho refletido sobre como integrar de forma mais eficaz essas ferramentas no ambiente de aprendizagem, visando não apenas à adaptação às circunstâncias atuais, mas à construção de uma educação mais dinâmica e inclusiva. Afinal, o cenário da pandemia trouxe consigo novas perspectivas para o ensino, especialmente em um contexto em que os smartphones se tornaram praticamente inevitáveis e, conforme destacado por Kenski (2007), a incorporação de meios digitais em sala de aula estabelece uma comunicação mais próxima com os estudantes, amplia e assegura novas possibilidades educacionais.

Neste contexto, ao abordar a pesquisa que estou conduzindo no campo da química, opto por transitar da linguagem pessoal para uma abordagem dissertativa em forma infinitiva. Essa escolha visa conferir ao trabalho uma estrutura mais alinhada com os padrões acadêmicos, promovendo uma apresentação mais objetiva e impessoal, essencial para a comunicação eficiente no âmbito científico.

Apesar dos avanços proporcionados pelas TDIC, persistem desafios significativos, especificamente no ensino dos conceitos químicos, quando se busca a transição dos Três Níveis Representacionais do Conhecimento Químico, delineados por Johnstone (1991). A compreensão dos alunos sobre o conteúdo das Ligações Químicas muitas vezes demanda a utilização de modelos e conceitos abstratos. Nesse contexto, a tecnologia emerge como uma aliada valiosa para moldar as representações visuais, destacando-se notadamente quando empregada no universo

tridimensional, abarcando os referidos níveis de conhecimento. Entretanto, o uso de tecnologias em sala de aula deve ser bem planejado e direcionado, visto que esses recursos podem levar à dispersão dos estudantes, podendo assim perder o foco e o engajamento do processo.

Os Três Níveis Representacionais do Conhecimento Químico, que abordam os vértices de um triângulo, são classificados como macroscópico, submicroscópico e simbólico. De forma resumida, no nível macroscópico, que trata dos aspectos observáveis e mensuráveis, proporciona-se uma compreensão mais abrangente das reações químicas e transformações de substâncias. No nível submicroscópico, que se concentra nas entidades invisíveis, como átomos e moléculas, explora-se modelos das estruturas moleculares e interações em uma escala mais detalhada. Por sua vez, o nível simbólico, que envolve representações por meio de fórmulas e equações, representa a linguagem e a expressão formal dos fenômenos químicos por meio de símbolos, cálculos e notações específicas (Basak; Wotto; Belanger, 2018).

Nesse campo, a aprendizagem por meio de m-learning (aprendizado móvel) se destaca pela sua flexibilidade, podendo ser aplicada em diversas situações e contextos, sem restrições a ambientes específicos. A agilidade desse método, facilitada pelos dispositivos móveis que hoje oferecem uma variedade de aplicativos e softwares dedicados ao ensino de química, propicia uma abordagem dinâmica e eficaz. Assim, percebe-se que a importância do m-learning reside na flexibilidade que oferece, permitindo que os alunos acessem conteúdo educacional em qualquer lugar e a qualquer momento; essa abordagem contribui para uma aprendizagem mais personalizada, adaptável aos horários e as preferências individuais dos alunos (Bedin; Marques; Cleophas, 2023).

O m-learning amplia o acesso à educação, promove a interatividade por meio de aplicativos e recursos online, e proporciona uma experiência de aprendizado mais dinâmica e engajadora (Bedin; Marques; Cleophas, 2023). Assim, tem-se que a tecnologia desempenha um papel essencial na facilitação da compreensão dos conceitos químicos nos níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico.

À título de curiosidade, no nível macroscópico, as tecnologias interativas oferecem simulações realistas e vídeos que permitem aos alunos observarem fenômenos químicos; a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV) criam ambientes virtuais para explorar reações químicas e transformações de substâncias. No nível submicroscópico, softwares de modelagem molecular possibilitam a

visualização e a manipulação de modelos tridimensionais de moléculas e átomos; plataformas virtuais permitem explorar estruturas moleculares e interações em escala submicroscópica. No nível simbólico, ferramentas digitais, como softwares de representação molecular, ajudam os alunos a criarem representações simbólicas de moléculas, equações químicas e estruturas atômicas (Gilbert; Treagust, 2009).

Portanto, a integração das tecnologias pode criar uma experiência de aprendizado mais abrangente e específica para os alunos. Por exemplo, um aluno pode começar observando e lendo uma reação química em um ambiente virtual (macroscópico), depois explorar a estrutura molecular associada por meio de um software (submicroscópico) e, finalmente, representar essa reação por intermédio de equações químicas (simbólico) (Jaber; Boujaoude, 2012). Diante do exposto, **questiona-se**: A implementação de uma série didática baseada nos princípios do m-learning, com ênfase no tema das Ligações Químicas, pode oportunizar aos alunos da Educação Básica a transição pelos diferentes níveis do conhecimento químico.

Em decorrência do problema destacado, o presente estudo tem como **objetivo geral** analisar se, e como uma série didática organizada a partir dos pressupostos do m-learning, com ênfase no conteúdo de Ligações Químicas, oportuniza alunos da Educação Básica transitarem pelos Três Níveis Representacionais do Conhecimento Químico. Em decorrência do objetivo geral, esta pesquisa apresenta como **objetivos específicos**:

i) Produzir uma série didática[1] que integra de maneira coesa elementos relacionados aos Três Níveis Representacionais do Conhecimento Químico;
ii) Estimular a participação ativa dos alunos e aprimorar a abordagem do conteúdo de Ligações Químicas em sala de aula e fora dela (m-learning);
iii) Sondar o conhecimento prévio dos alunos sobre Ligações Químicas, considerando os três níveis representacionais do conhecimento químico;
iv) Utilizar atividades previamente desenvolvidas que incorporem tecnologia para atingir os aspectos desejados;
v) Avaliar o efeito da implementação da série didática no desenvolvimento das habilidades dos alunos.

---

[1] Acesso à série didática https://shre.ink/Mp7B

Ademais, para alcançar os objetivos descritos acima, o trabalho está dividido em dois capítulos. O primeiro capítulo aborda um breve histórico do ensino da química no Brasil, sua definição, relevância e importância. Ele exibe a compreensão de conceitos fundamentais, apresentando a estrutura curricular e a sequência lógica de conteúdos. Além disso, no capítulo se discute a integração de temas contemporâneos e aplicações práticas, sugerindo estratégias para lidar com conceitos abstratos.

Neste capítulo também é explorada a linha de pesquisa escolhida: Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), fornecendo uma breve definição, destacando sua importância crescente na sociedade moderna e discutindo o histórico, os aspectos positivos e negativos, os desafios enfrentados na adoção e uso das TDIC, além de enfatizar as oportunidades oferecidas e sua importância no ensino. Dentro dessa linha de pesquisa, concentra-se na aprendizagem móvel (m-learning), definindo-a e destacando sua importância no ensino de química.

O segundo capítulo apresenta a teoria relacionada ao conteúdo selecionado para a promoção da transição dos alunos nos três níveis representacionais do conhecimento químico, as Ligações Químicas, e explora como é possível abordar os três níveis representacionais do conhecimento químico neste tópico, trabalhando de forma integrada com a aprendizagem móvel.

Em seguida, apresenta-se a metodologia escolhida, optando por trabalhar com uma turma de 31 alunos do primeiro ano de química optativa, chamada Marista Expert, do Colégio Marista Santa Maria de Curitiba. Ainda na metodologia, apresenta-se os métodos de constituição e análise de dados, bem como a estrutura simplificada da série didática aplicada.

Os resultados e a discussão desta pesquisa estão organizados em três momentos, alinhados aos objetivos estabelecidos. No primeiro momento, por meio do método indutivo-descritivo, apresenta-se uma análise sobre a aplicação da série didática e as suas implicações na transição dos alunos pelos Três Níveis Representacionais do Conhecimento Químico. No segundo momento, com base na análise estatística, discute-se a percepção dos participantes em relação à aplicação da série didática. No terceiro momento complementando o segundo, tem-se uma a análise de Bardin de conteúdo, a fim de interpretar as respostas qualitativas dos participantes, identificando padrões, categorias e insights sobre a experiência pedagógica vivenciada. Esta etapa busca integrar os dados quantitativos e qualitativos, oferecendo uma visão abrangente dos resultados.

Por fim, a conclusão é apresentada, avaliando se os objetivos da pesquisa foram atingidos e identificando os fatores que limitaram seu pleno alcance. Além disso, a pesquisa destaca contribuições importantes para o entendimento das Ligações Químicas na transição pelos Três Níveis Representacionais do Conhecimento Químico com a metodologia m-learning, esses aspectos são discutidos, apontando direções para futuras pesquisas que possam superar as limitações e aprofundar o entendimento sobre o tema.

2 DO MACRO AO MICRO: ENTENDENDO AS LIGAÇÕES QUÍMICAS POR INTERMÉDIO DOS 3 NÍVEIS DE CONHECIMENTO QUÍMICO (3NCQ)

Neste capítulo, apresentam-se os aspectos teóricos de definição dos 3 Níveis Representacionais do Conhecimento Químico (3NCQ) propostos por Johnstone (1991), bem como a definição de Ligações Químicas e a importância das relações possíveis de considerar esses dois elementos.

A química tem um papel determinante para ser possível compreender a matéria e as transformações que ocorrem diariamente; sua compreensão profunda pelos estudantes exige explorar diferentes níveis de interpretação dos fenômenos; logo, para um total conhecimento químico deve-se transitar entre todos os 3NCQ, submicroscópico, macroscópico e simbólico.

Os 3NCQ são divididos em macroscópico, submicroscópico e simbólico que, de maneira resumida, podem ser entendidos como:

i) nível macroscópico, trata de aspectos observáveis e mensuráveis, onde se proporciona uma compreensão mais abrangente das reações químicas e das transformações das substâncias (Bedin; Marques; Cleophas, 2023);

ii) nível submicroscópico, se concentra nas entidades invisíveis, como átomos e moléculas, exploram-se modelos das estruturas moleculares e interações em uma escala mais detalhada (Basak; Wotto; Belanger, 2018);

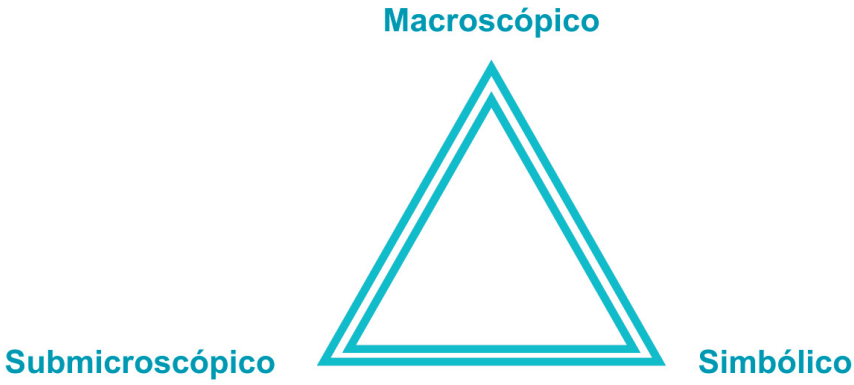
iii) nível simbólico, são representações mediante fórmulas e equações, representa a linguagem e a expressão formal dos fenômenos químicos por meio de símbolos, cálculos e notações específicas (Basak; Wotto; Belanger, 2018).

Transitar pelos 3NCQ traz uma abordagem completa da química, pois cada uma delas fornece uma visão diferente sobre as interações da matéria. Diante disso, um conteúdo que se pode explorar à luz dos níveis é de Ligações Químicas, pois, depois da compreensão de átomo, é a partir delas que é possível compreender a estrutura da matéria, como essa relação acontece e como isso influência nas propriedades e nos comportamentos das substâncias; esses conhecimentos são importantes em diversas áreas. Assim, esse capítulo objetiva explorar os 3NCQ, além de apresentar as definições e a importância das Ligações Químicas.

2.1 OS TRÊS NÍVEIS DE CONHECIMENTO QUÍMICO

Johnstone (1991) define que a química existe em três formas distintas de abstração e compreensão, que podem ser pensadas como as arestas de um triângulo, conforme exibido na FIGURA 1.

FIGURA 1 - NÍVEIS DE CONHECIMENTO QUÍMICO DE JOHNSTONE



FONTE: A autora (2024)

O autor também defende que os alunos devem transitar por esses 3NCQ para conseguir aprender ciências, a ideia é conseguir integrar simultaneamente todas essas informações, mas os alunos devem desenvolver uma compreensão sólida em cada um dos níveis antes de avançar para o próximo (Johnstone, 1991).

2.1.1 Nível macroscópico

O nível macroscópico se refere aos eventos que podem ser observados, sentidos e experimentados pelos alunos, ou seja, são tangíveis e, por sua vez, podem ser associados a acontecimentos do dia a dia (Jaber; Boujaoude, 2012). Envolve a percepção de propriedades e comportamentos de substâncias, pode ser entendido como um dos níveis fundamentais por ser direto e sensível e estar associado a fenômenos visíveis a olho nu, como mudança de coloração, alteração na forma, formação de gases, sólidos ou líquidos, liberação ou absorção de energia, condutividade entre outras propriedades (Bedin; Marques; Cleophas, 2023).

Um exemplo que será utilizado para demonstrar os 3NCQ é a dissolução de sal em água e condutividade; no experimento é possível ver que ao realizar a dissolução o sólido vai “desaparecendo” e a solução começa a ficar turva, indicando que está ocorrendo uma mudança. Se for colocado um condutivímetro, será possível aferir que ocorre a passagem de corrente elétrica somente quando é adicionado o sal a água. Outro exemplo, quando se mistura vinagre que possui ácido acético (CH_3COOH) com bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$), pode-se observar a formação de bolhas (liberação de gás dióxido de carbono, CO_2), uma espuma que se forma rapidamente e às vezes, uma leve diminuição na temperatura da mistura (efeito endotérmico). Todos são fenômenos macroscópicos que indicam que uma reação química está ocorrendo, mas sem necessariamente envolver explicações sobre as moléculas, íons, ou as equações que representem a reação.

Esse nível é de extrema importância, pois normalmente envolve o primeiro contato do aluno com a ciência, e servirá de base para aprofundar o conhecimento nos outros níveis.

2.1.2 Nível submicroscópico

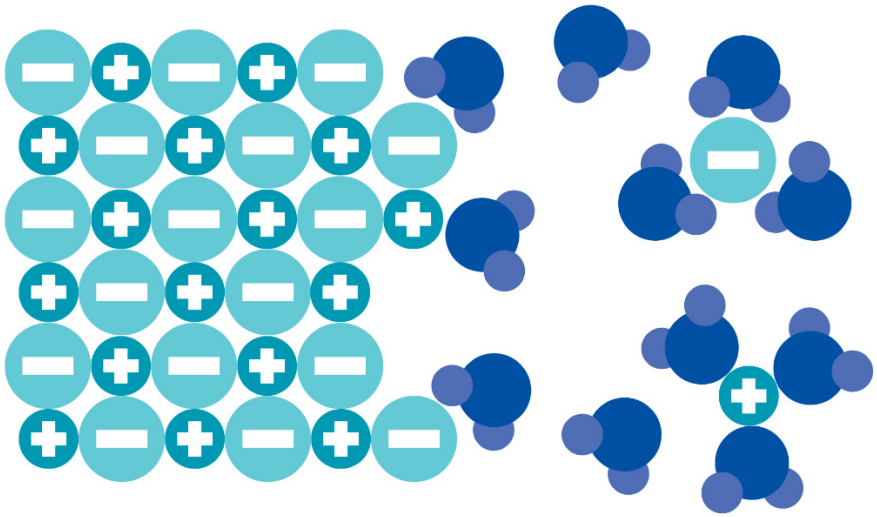
O nível submicroscópico envolve a compreensão das interações entre as partículas, como átomos e moléculas (Johnstone, 1991). Aqui, os alunos precisam pensar em uma escala que não é visível a olho nu, ou seja, um nível abstrato que pode ser de difícil entendimento para eles, pois não estão vendo diretamente o que está sendo discutido, tornando-se desafiador formar uma imagem mental sobre o assunto abordado.

Johnstone utiliza o termo submicroscópico em vez de microscópico para destacar que esse nível se refere a fenômenos e entidades que estão além da observação direta, mesmo com o auxílio de muitos tipos de microscópios. Embora microscópios atômicos já permitam visualizar algumas partículas em condições específicas, o nível submicroscópico continua dependendo fortemente de modelos teóricos para explicar as interações químicas e suas implicações. Essa distinção ressalta a natureza interpretativa e conceitual desse nível no ensino de química.

Assim, são criados analogias e modelos para representar o que não se pode ver, como Johnstone (1991) coloca, deve haver muito cuidado ao selecionar esses modelos, pois esses podem ser mal interpretados e levar ao entendimento enganoso.

A partir desse nível, tenta-se estabelecer relações com o macro, como, por exemplo, entender que o sal é dissolvido na água, pois as moléculas de água solvatam os íons do sal (FIGURA 2), a partir de uma interação íon-dipolo e, por isso, ficam cargas elétricas livres, que dão a capacidade da solução conduzir energia elétrica.

FIGURA 2 - EXEMPLO DE MODELO DA DISSOLUÇÃO DO CLORETO DE SÓDIO EM ÁGUA PARA ASSOCIAÇÃO MICRO AO MACRO



FONTE: A autora, adaptado de Wikipédia (2024)

As dificuldades no nível submicrocópico contribuem para que o ensino e a aprendizagem de química sejam complexos, fazendo com que os professores tenham sempre que se adaptar nas abordagens em sala de aula.

2.1.3 Nível simbólico

O nível simbólico é o nível que envolve a representação gráfica de reações químicas na forma de equações, fórmulas dos elementos e substâncias. Esse nível envolve também a linguagem da química, como se fosse outro jeito de escrita, onde os alunos usam esses símbolos para representar o que acontece ao nível submicroscópico e macroscópico (Jaber; Boujaoude, 2012), por exemplo, a equação química que representa a dissolução do sal em água (EQUAÇÃO 1) é um exemplo de pensamento simbólico.

$$NaCl(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + Cl^-(aq) \quad (1)$$

Este nível é crucial para a comunicação e a formulação de teorias científicas, e, por ser uma linguagem específica, se comunica em todas as partes do mundo, onde qualquer pessoa independente de falar a mesma língua deve entender o que está sendo representado.

Acredita-se que esse seja também um nível de dificuldade de entendimento pelos estudantes, ao envolver o uso de fórmulas, equações e símbolos não intuitivos, ou seja, habilidades mais avançadas. Os alunos precisam memorizar e entender o que significa essa nova representação, quase como se fosse uma nova linguagem; associar esse nível aos demais pode ser desafiador.

Os três níveis de conhecimento assumem que o aprendizado de química envolve diferentes formas que são independentes, pois cada nível oferece uma perspectiva única dos fenômenos e, se abordados a uma primeira vista de uma única vez, torna o aprendizado sobrecarregado (Johnstone, 1991).

Como o nível macroscópico é o mais acessível aos alunos, deve-se começar por esse e então complementar com os outros dois, sempre os estabelecendo de maneira sólida para, então, partir para outra e, por fim, interconectá-los para que esse desenvolvimento seja gradual tornando relevante e acessível aos discentes.

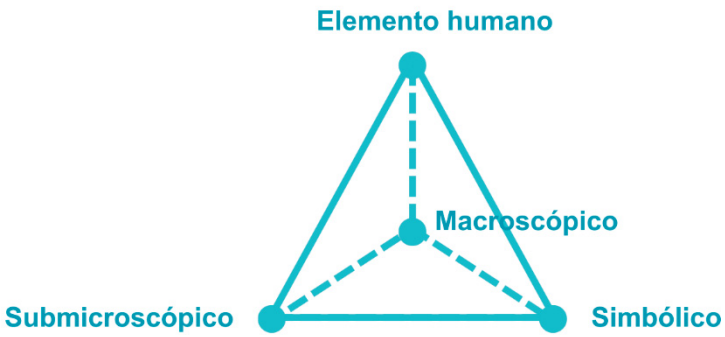
Melo e Silva (2019) destacam que os estudantes frequentemente enfrentam dificuldades em transitar entre os três níveis do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico), devido à maneira fragmentada como os conceitos químicos são apresentados. Em particular, muitos alunos encontram desafios ao conectar os modelos atômico-moleculares com as equações químicas correspondentes, evidenciando uma lacuna no entendimento integrado desses níveis. Essa dificuldade é agravada pela ausência de uma demarcação clara entre os três níveis durante as aulas de Ciências, o que resulta em confusão e limitações na compreensão conceitual.

Os autores Melo e Silva (2019) enfatizam ainda que a literatura científica sobre o tema apresenta uma lacuna significativa, com poucos estudos dedicados a investigar as dificuldades enfrentadas pelos estudantes na transição entre os 3NCQ. Essa carência reforça a relevância do presente trabalho, que busca avaliar o impacto da aplicação da série didática no desenvolvimento das habilidades dos alunos para transitar de forma integrada e eficiente entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico.

2.1.4 Quadrilátero de Mahaffy

Quando se trata de níveis de conhecimento químico, Johnstone é amplamente utilizado para compreender os níveis de representação química, porém há um outro teórico que propôs uma ampliação no triângulo, incluindo um quarto vértice, que representa o elemento humano, sendo então conhecido como quadrilátero ou tetraedro de Mahaffy, conforme FIGURA 3.

FIGURA 3 - TETRAEDRO DE MAHAFFY



FONTE: A autora (2024)

Mahaffy (2004) destaca a importância de os educadores considerarem os diferentes âmbitos da vida cotidiana dos alunos no ensino de química. Ele argumenta que o aprendizado não deve se limitar ao aspecto conceitual e abstrato, mas também incorporar as experiências, emoções e contextos sociais que influenciam os estudantes. Nesse sentido, o autor propõe o tetraedro contextual como uma representação do que deve ser valorizado no ensino de química, ampliando a perspectiva tradicional centrada exclusivamente no conhecimento técnico.

No presente trabalho, ao abordar o m-learning-3NCQ, integra-se essa visão ao utilizar a tecnologia, especialmente as visualizações baseadas em computador, para aprimorar o aprendizado de química. Essas ferramentas fornecem aos alunos imagens dinâmicas e interativas de processos em nível molecular, facilitando a compreensão da estrutura e reatividade das substâncias químicas. Contudo, Mahaffy (2004) alerta que a simples visualização não garante a compreensão, é fundamental

considerar que alunos de diferentes contextos culturais podem interpretar as mesmas representações de maneiras variadas.

Além da busca por promover a transição eficaz entre os três níveis representacionais do conhecimento químico (3NCQ), a abordagem do m-learning também busca aumentar o engajamento dos alunos por meio de interações dinâmicas e desafios propostos pelas ferramentas digitais, tornando o aprendizado mais significativo e inclusivo.

2.2 LIGAÇÕES QUÍMICAS

As Ligações Químicas são essenciais para entender como os átomos se combinam para formar moléculas e novos compostos, permitindo que o aluno compreenda como funciona a organização da matéria que está, consequentemente, relacionada aos processos do dia a dia, assim explicado pelas propriedades provenientes delas. Posteriormente, este conhecimento se relacionará com todos os outros tópicos da química, e utilizado em várias áreas de conhecimento.

Segundo Kotz e Treichel (2023, p. 291)

> Os cientistas sabem, há muito tempo, que a chave para a interpretação das propriedades de uma substância química passa primeiro por um reconhecimento e uma compreensão da sua estrutura e das suas ligações. A estrutura diz respeito à forma com que os átomos estão arranjados no espaço, e o termo ligações define as forças que mantêm os átomos adjacentes unidos.

Na sequência, os autores ainda apresentam um exemplo que o entendimento de Ligações Químicas serve para entender geometria molecular, e explicar por que o DNA na forma de dupla hélice se encontra na forma helicoidal.

O conteúdo de Ligações Químicas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) está disposto logo na primeira competência específica da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias:

> Nessa competência específica, os fenômenos naturais e os processos tecnológicos são analisados sob a perspectiva das relações entre matéria e energia, possibilitando, por exemplo, a avaliação de potencialidades, limites e riscos do uso de diferentes materiais e/ou tecnologias para tomar decisões responsáveis e consistentes diante dos diversos desafios contemporâneos. Dessa maneira, podem-se estimular estudos referentes a: estrutura da matéria; transformações químicas; leis ponderais; cálculo estequiométrico; princípios da conservação da energia e da quantidade de movimento; ciclo da água; leis da termodinâmica; cinética e equilíbrio químicos; fusão e fissão nucleares; espectro eletromagnético; efeitos biológicos das radiações ionizantes; mutação; poluição; ciclos biogeoquímicos; desmatamento; camada de ozônio e efeito estufa; desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias de obtenção de energia elétrica; processos produtivos como o da obtenção do etanol, da cal virgem, da soda cáustica, do hipoclorito de sódio, do ferro-gusa, do alumínio, do cobre, entre outros. (Brasil, 2018, p. 554)

A competência propõe estudos relacionados a temas como a estrutura da matéria, transformações químicas, leis ponderais, cálculo estequiométrico, entre outros. Assim, reforça-se a importância de conectar o nível macroscópico ao submicroscópico e, consequentemente, ao simbólico, garantindo a compreensão integral dos fenômenos químicos envolvidos. Ainda, compete a habilidade (EM13CNT101)

> Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas. (Brasil, 2018, p. 555)

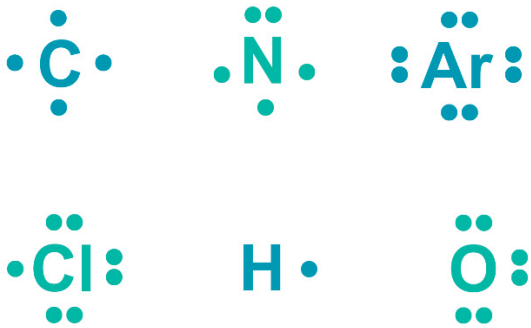
Essa habilidade sugere o uso de dispositivos móveis e aplicativos digitais como ferramentas para alcançar a competência desejada. No caso específico de Ligações Químicas, tais recursos podem ser empregados para representar e compreender as transformações químicas, conectar os níveis representacionais e promover uma abordagem mais contextualizada e interativa do conteúdo.

Para compreender de forma mais específica o que são Ligações Químicas, é essencial revisitar os conceitos básicos de estrutura atômica. O átomo é composto por três partículas subatômicas: prótons, nêutrons e elétrons. Enquanto os prótons e os nêutrons formam o núcleo, os elétrons estão distribuídos ao redor, em regiões chamadas camadas ou níveis de energia, os elétrons nessas camadas podem-se dividir entre elétrons de valência e elétrons do caroço. Normalmente, este assunto é abordado quando se fala em distribuição eletrônica, dado que se faz a distribuição de

todos os elétrons do elemento, sendo os que estão na última camada, chamados de os elétrons de valência. É necessário saber identificar esses elétrons de valência, pois considerando o tamanho do átomo, é sabido que a relação entre os elementos, se dará por meio da sua última camada eletrônica, por ser a parte mais externa no átomo, sendo muito difícil ocorrer relações nas camadas mais internas (Kotz; Treichel, 2023).

Gilbert Newton Lewis, físico-químico estadunidense, entre 1901-1902 já havia chegado à conclusão de que para explicar a tabela periódica, os elétrons deveriam aparecer em grupos de oito, porém somente após 10 anos, com surgimento da mecânica quântica, pode-se de fato constatar sua teoria (Mahan; Myers, 1995). Ela ficou conhecida como Estrutura de Lewis, Fórmula de Lewis ou Estrutura Eletrônica. A representação de Lewis consiste em escrever o símbolo do elemento e distribuir os elétrons da última camada de maneira simétrica (representados por bolinhas), como exibe a FIGURA 4.

FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO DA FÓRMULA DE LEWIS COM OS ELÉTRONS DE VALÊNCIA DOS ELEMENTOS CARBONO, NITROGÊNIO, ARGÔNIO, CLORO, HIDROGÊNIO E OXIGÊNIO.



FONTE: A autora (2024)

Uma observação importante ao se falar de Ligações Químicas é que a maioria dos elementos se unem para adquirirem estabilidade (Kotz; Treichel, 2023), diretamente relacionada a pouca reatividade dos gases nobres, que, com exceção do hélio, possuem oito elétrons em sua última camada. Assim, foi instituída por Lewis o modelo do octeto, onde o átomo adquire estabilidade se em sua última camada possuir 8 elétrons (Mahan; Myers, 1995).

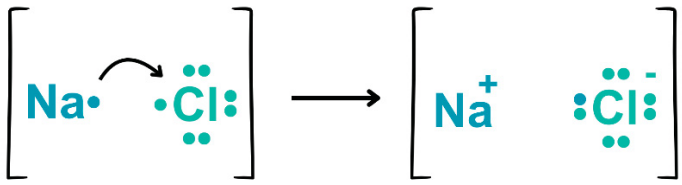
Sabe-se que as explicações do porquê de existir Ligações Químicas vão além da regra do octeto, e envolve energias reticulares, de ionização, etc., porém não é o foco do trabalho e, portanto, não será apresentada essa discussão. Os químicos dividem as Ligações Químicas em três categorias: iônicas, covalentes e metálicas.

2.2.1 Ligações iônicas

Os estudos sobre a estrutura dos sólidos por meio da difração de raios X proporcionaram aos químicos importantes informações sobre as propriedades de suas estruturas. No caso dos sólidos iônicos, observou-se que os íons com cargas opostas interagem de forma atrativa, formando uma rede cristalina estável devido à força de atração eletrostática entre eles (Mahan; Myers, 1995).

A ligação iônica ocorre quando há a transferência de um ou mais elétrons de um átomo para outro, assim formando cátions e ânions; logo, essa ligação se dá por interações eletroestáticas (atração entre cargas) onde os elementos com baixas energias de ionização (metais) apresentam uma acentuada tendência em perder elétrons em contradição aos elementos com elevadas afinidades eletrônicas (não-metais) que possuem tendência a receber elétrons, ambos a fim de completarem seu octeto (Kotz; Treichel, 2023). Pela representação de Lewis, tem-se o exemplo na FIGURA 5 entre os átomos de sódio e cloro.

FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO DE LEWIS PARA A LIGAÇÃO IÔNICA ENTRE O SÓDIO E O CLORO



FONTE: A autora (2024), adaptado de Química Geral e Reações Químicas, Kotz (2023, p. 334)

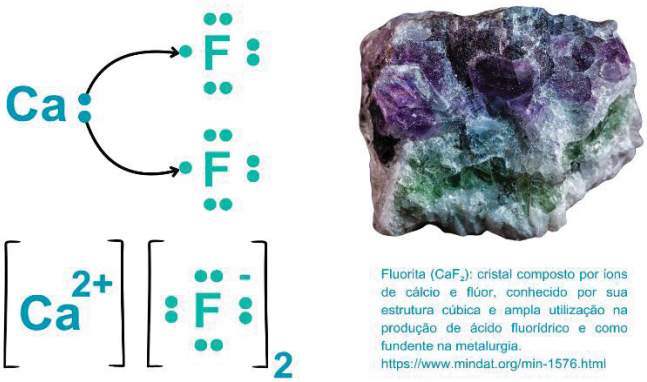
O átomo de sódio apresenta 11 elétrons em sua estrutura, fazendo sua distribuição eletrônica por subníveis tem-se: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$, na representação de Lewis é apresentado somente o elétrons de valência do $3s^1$, por isso para se tornar estável com 8 elétrons ele perde seu último elétron para formar o íon Na^+ ($1s^2\ 2s^2\ 2p^6$), já o cloro com 17 elétrons em sua estrutura, possui distribuição eletrônica igual a: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$ e recebe o elétron do sódio para atingir o octeto na terceira camada eletrônica, ficando na configuração de íon Cl^- ($1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$), esses íons formados são atraídos por uma força eletroestática que constitui a ligação iônica;

essas atrações são contínuas e fazem com que formem compostos reticulares, configurando uma estrutura cristalina (FIGURA 6), como observado em alguns minerais de pedras preciosas, conforme FIGURA 7.

FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO DO RETÍCULO CRISTALINO IÔNICO ENTRE O SÓDIO E O CLORO

FONTE: A autora (2024)

FIGURA 7 - EXEMPLO DE CRISTAL FORMADO A PARTIR DE LIGAÇÕES IÔNICAS

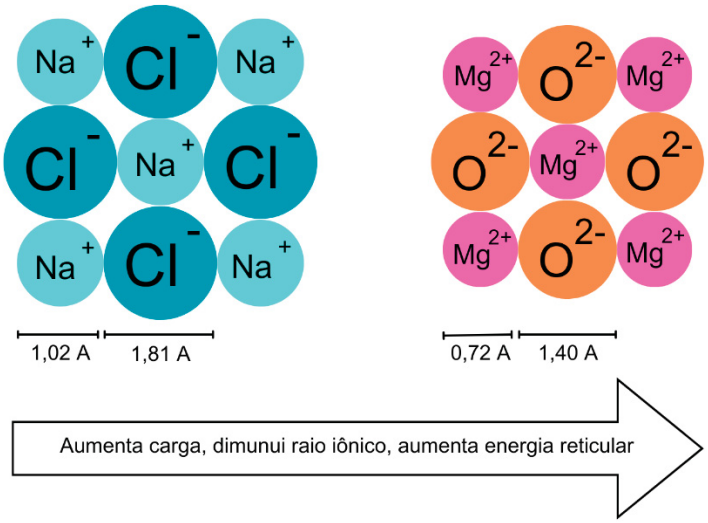


FONTE: A autora (2024).

Devido à organização tridimensional gerada pelas forças eletroestáticas, pode-se observar várias propriedades dos compostos iônicos, dentre as quais: altos pontos de fusão, tipo de clivagem, serem quebradiços (Brown, 2016). Brown (2016) descreve que a energia reticular é um parâmetro utilizado para medir a estabilidade dos compostos iônicos. Ela é definida como a energia liberada ou absorvida durante a transformação de um sólido iônico em seus íons na forma gasosa. A energia reticular é influenciada por três fatores principais: a carga dos íons, o tamanho dos íons e seu arranjo espacial. Quanto maior a carga dos íons e menores seus raios atômicos, maior

será a energia reticular, devido à intensificação das forças eletrostáticas entre as partículas.

FIGURA 8 - RELAÇÃO ENTRE CARGA, TAMANHO DOS ÍONS E ENERGIA RETICULAR



FONTE: A autora (2024), dados Handbook of Chemistry and Physics, Haynes 2014. p. 2098

2.2.2 Ligações covalentes

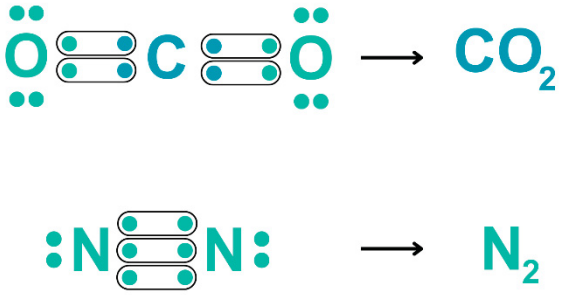
É observado que uma grande gama de compostos não apresenta as propriedades dos compostos iônicos. Para esses compostos, Gilbert Newton Lewis afirmou que para atingir a estabilidade de um gás nobre os átomos deveriam fazer o compartilhamento de elétrons reciprocamente, formando moléculas chamadas de substâncias moleculares, esse tipo de ligação química é chamada de ligação covalente (Brown, 2016). Essa ligação ocorre entre elementos de alta afinidade eletrônica, ou seja, genericamente, entre não metais. A ligação covalente pode ser representada consoante a FIGURA 9.

FIGURA 9 - REPRESENTAÇÃO DE LEWIS PARA A LIGAÇÃO COVALENTE ENTRE ÁTOMOS DE FLÚOR

FONTE: A autora (2024).

Nesse tipo de ligação, podem ocorrer ligações múltiplas, como a representada na FIGURA 9, que mostra uma ligação simples, onde há o compartilhamento de somente um par de elétrons. Também ocorrem as ligações duplas, sendo dois pares de elétrons compartilhados, como acontece na ligação entre o carbono e o oxigênio na molécula de dióxido de carbono (CO_2) e, por fim, a ligação tripla, que envolve o compartilhamento de três pares de elétrons, como entre os átomos de nitrogênio presentes na molécula de gás nitrogênio (N_2), as duas últimas representadas na FIGURA 10.

FIGURA 10 - REPRESENTAÇÃO DE LEWIS PARA A LIGAÇÕES MÚLTIPLAS DO CO_2 e o N_2



FONTE: A autora (2024)

A partir da mecânica quântica, é possível calcular a distribuição da densidade eletrônica; a densidade eletrônica na molécula de H_2, por exemplo, se concentra entre os núcleos, resultando em atrações (Brown, 2016). Quando há interação entre elementos diferentes, o efeito da eletronegatividade desloca essa distribuição de elétrons, e assim as ligações covalentes ainda podem ser distinguidas entre ligação covalente polar e covalente apolar (Mahan; Myers, 1995).

A diferença de eletronegatividade entre elementos gera o que se chama de momento dipolo; quando essa diferença é igual a zero, como na molécula de H_2, diz-se que o composto é apolar, pois a distribuição está uniforme por toda molécula. Quando o momento dipolo difere de zero, infere-se que um elemento é mais eletronegativo que o outro, ou seja, atrai com maior intensidade os elétrons, fazendo com que haja o deslocamento da densidade de elétrons, tornando a molécula polar, sendo a região de maior concentração de elétrons considerada um polo negativo e a região com déficit o polo positivo. É o que acontece na molécula de HCl, existe uma

transferência parcial de carga onde o hidrogênio fica levemente positivo e o cloro levemente negativo. A polaridade, juntamente com as interações intermoleculares, pode explicar diversas propriedades das substâncias, as quais são observáveis no nível macroscópico (Brown, 2016).

A gama de compostos que fazem ligações covalentes é gigantesca, incluindo gases presentes no ar atmosférico, como citados acima, pode-se citar compostos essenciais para o organismo, como os que compõe a estrutura de DNA, combustíveis, como o etanol, a gasolina e o metano, além de componentes presentes na composição dos alimentos, entre outros.

2.2.3 Ligações metálicas

Diferente das ligações covalentes, onde tem compartilhamento de elétrons, os elementos tipicamente metálicos não têm elétrons suficientes para satisfazer a regra do octeto compartilhando somente pares de elétrons com átomos vizinhos, consequentemente, seus elétrons são compartilhados com todos os átomos do cristal (Brown, 2016).

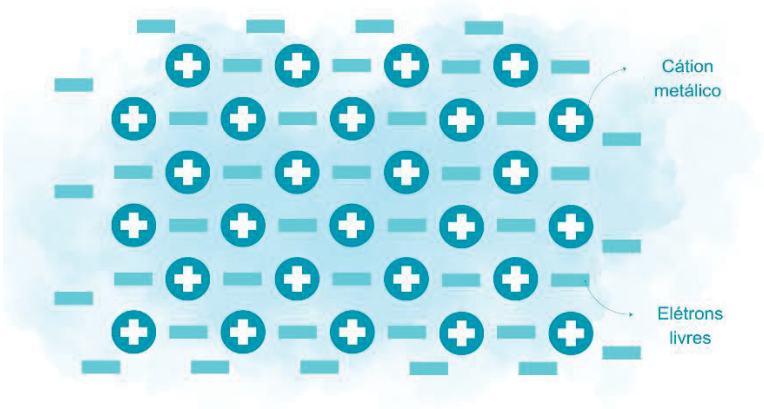
A estrutura de compostos metálicos foi identificada e analisada pela técnica de difração de raios X, podendo ser observada estrutura cristalina disposta no que se chama de retículo cristalino; essas estruturas podem ser justificadas quando se observa que os metais possuem poucos elétrons na camada de valência e baixas energias de ionização, possibilitando a circulação dos elétrons no campo elétrico de vários núcleos em um agregado. Essa estabilidade é explicada melhor quando observado a formação de orbitais moleculares entre metais, resultando na formação da estrutura de bandas de energia (Mahan; Myers, 1995).

As propriedades observadas nos metais, como pontos altos de fusão, maleabilidade e ductibilidade, podem ser explicadas por estruturas em rede, levando a crer que a força de atração é muito forte (Kotz; Treichel, 2023). Visto que a explicação para estabilidade de ligações metálicas é complexa e exige um nível superior de conhecimento químico, ela é tratada de maneira mais simplificada, o que acaba tornando o entendimento mais superficial.

O modelo clássico para a ligação metálica é definido como “mar de elétrons”, conforme FIGURA 11, estabeleceu-se de maneira qualitativa como sendo núcleos positivos de metais (cátions) muito bem-organizados e elétrons (e^-) das camadas externas descentralizados, formando um “mar de elétrons” ao redor de todos esses

núcleos, com uma atração de forças de Coulomb (eletrostática) entre os elétrons e os íons metálicos positivos (Kotz; Treichel, 2023).

FIGURA 11 - REPRESENTAÇÃO DA LIGAÇÃO METÁLICA.



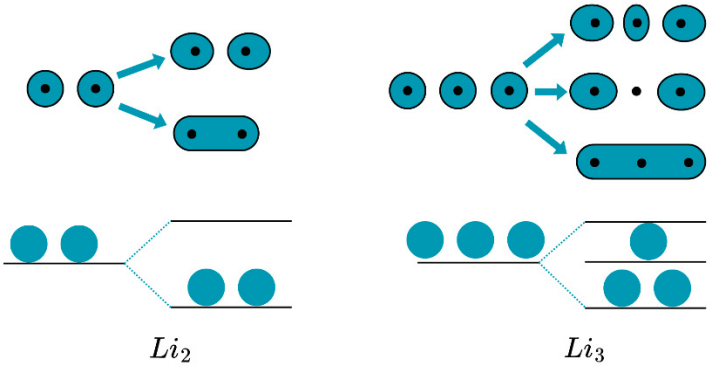
FONTE: A autora (2024)

Os elétrons no modelo de “mar de elétrons” são descritos como elétrons livres que se movem através de toda a estrutura metálica, não sendo mais identificados como elétrons de um dos átomos, mas do conjunto de átomos; logo, o modelo do octeto não é suficiente para explicar essa ligação. Nesse modelo, os elétrons de valência dos átomos metálicos se deslocalizam, formando uma “nuvem” eletrônica que permeia a rede de átomos. Essa configuração explica a condutividade térmica e elétrica dos compostos metálicos, entre outras propriedades dos metais (Brown, 2016).

Como a ligação metálica ocorre em rede, uma repetição infinita dos átomos, normalmente se representa os compostos por seus símbolos da tabela periódica.

Na teoria das bandas, cada par de elétrons de spins antiparalelos é descrito por uma função de onda que se estende por todos os átomos do metal. Em outras palavras, diferente da teoria do "mar de elétrons" onde os elétrons são encarados como partículas, na teoria das bandas considera-se o comportamento ondulatório dos elétrons. Essa teoria descreve como os níveis de energia dos elétrons se distribuem em sólidos. Kotz e Treichel (2023) afirmam que essa teoria considera o metal como uma "supermolécula", composta por vários átomos. Trata-se de uma extensão da Teoria do Orbital Molecular (TOM), porém, é mais complexa por considerar diferentes tipos de orbitais em cada átomo.

FIGURA 12 - BANDA DE ORBITAIS MOLECULARES E MUDANÇA DE ENERGIA PARA Li_2 E Li_3



FONTE: A autora (2024), adaptação de Kotz e Mahan, Myers (2023)

Essa ligação não ocorre apenas entre átomos do mesmo metal, mas também entre diferentes metais ou entre metais e não metais, formando as chamadas ligas metálicas. As ligas metálicas, que apresentam propriedades distintas em comparação com os respectivos metais puros, são amplamente utilizadas no cotidiano, em itens como papel alumínio, ouro 18 quilates, aço e muitos outros.

Neste campo, exatamente por ser um conteúdo de muita complexidade, englobar os 3NCQ de maneira satisfatória e atender ao público de ensino médio é um desafio necessário na formação docente e na prática pedagógica. À guisa de curiosidade, destaca-se ao nível macroscópico quando se fala das propriedades de cada um dos compostos formados, como pontos de fusão e ebulição, condutividade, dureza, etc. No nível submicroscópico aparece quando se aborda a interação entre os elétrons em um átomo, como perder, ganhar ou compartilhar eles. Ao nível simbólico, como representado nas figuras, nos símbolos os e nas fórmulas de Lewis, estrutural, molecular.

Um exemplo prático para demonstrar a relação entre os 3NCQ e as Ligações Químicas pode ser a reação química entre o metal alumínio e iodo sólido.

Macroscopicamente, percebe-se que o alumínio, quando em pó, tem um aspecto cinza brilhante, enquanto o iodo aparece como cristais roxos escuros. A reação entre os dois sólidos em si não ocorre para isso é necessário adicionar uma pequena quantidade de água quente, ela reage com o iodo, formando ácido iodídrico (HI) e ácido hipoiodoso (HIO) como representada na EQUAÇÃO 2. Esses ácidos destroem a camada de óxido de alumínio que cobre o alumínio, expondo-o para a reação. Após algum tempo, pode-se observar a liberação de calor e a formação de uma fumaça roxa de vapores de iodo, resultando na produção de iodeto de alumínio,

um sólido branco levemente amarelado. Essas são as observações visíveis a olho nu, que constituem o primeiro contato do estudante com a reação e as substâncias envolvidas.

No nível submicroscópico, o alumínio, que forma ligações metálicas, reage com o iodo, um composto molecular com ligações covalentes. Durante a reação, essas ligações são rompidas. O alumínio doa seus elétrons ao iodo, formando íons de alumínio (Al^{3+}) e iodeto (I^-). Esses íons, então, se combinam por meio de uma ligação iônica, resultando em uma estrutura cristalina mantida por forças eletrostáticas, como representadas na EQUAÇÃO 3.

$$\mathrm{I}_2(s) \xrightarrow{H_2O} HI + HIO \qquad (2)$$

$$2Al^{3+}\,(\mathrm{aq}) + 3I^-\,(\mathrm{aq}) \rightarrow\ 2\mathrm{AlI}_3(\mathrm{s}) \qquad (3)$$

Assim, no nível simbólico, essa reação é representada pela equação química balanceada, que indica a proporção correta entre os reagentes e os produtos, conforme as leis ponderais. Além disso, também podem ser utilizadas representações das ligações, como fórmulas estruturais e de Lewis, para ilustrar as interações atômicas envolvidas na formação do iodeto de alumínio.

3 ENSINO DE QUÍMICA E TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS

3.1 O ENSINO DE QUÍMICA

3.1.1 A química e sua importância.

A química é uma área da ciência fundamental que ajuda a compreender o mundo, desde a composição dos alimentos que se consome até os materiais que se utiliza no dia a dia. Essa ciência é importante para as pessoas entenderem melhor o mundo e o universo, entendendo as propriedades e as transformações da matéria, se mostrando como uma ciência básica capaz de permear por várias áreas de conhecimento científico e tecnológico (Leite et al., 2015). O estudo da química pode incentivar a descoberta para resolução de diversos desafios globais, como os impactos ambientais, a geração de energia, entre outros problemas gerados pela atividade humana.

No campo educacional, o ensino de química tem sido amplamente discutido devido à natureza abstrata dessa ciência (Vieira; Meirelles; Rodrigues, 2011). Ensinar química representa um desafio significativo, especialmente quando os alunos percebem o conteúdo como um obstáculo a ser superado para a conclusão do ensino médio. Muitas vezes, eles não conseguem compreender a importância do conteúdo específico nem como ele se relaciona com seu cotidiano (Leite; Lima, 2015). Além disso, as metodologias priorizam frequentemente a memorização de regras e fórmulas, negligenciando o desenvolvimento das habilidades dos alunos (Bedin, 2019).

Atualmente, os esforços para aprimorar o ensino de química buscam integrar a dimensão teórica e empírica da disciplina com aspectos aplicados do cotidiano e do experimento (Vieira; Meirelles; Rodrigues, 2011). A química, que estuda a composição, estrutura, propriedades da matéria e suas transformações, se torna mais significativa para os alunos quando é contextualizada em sua vida diária. Essa abordagem não apenas torna o aprendizado mais relevante, mas também estimula a curiosidade, o questionamento, a pesquisa e o desenvolvimento do raciocínio crítico, possibilitando discussões sobre questões sociais e a busca por soluções (Bedin; Del Pino, 2016).

3.1.2 Evolução do ensino de química

Segundo Santos e Galletti (2023), o ensino de química passou por significativas transformações ao longo dos anos, que podem ser divididas em quatro fases distintas:

i. Primeira Fase (1549–1800): A Entrada da Ciência no Contexto Nacional, marcada pela pedagogia jesuítica e a fundação do Seminário de Olinda.
ii. Segunda Fase (1800–1950): A inserção e unificação das disciplinas científicas da área de ciências da natureza no currículo escolar.
iii. Terceira Fase (1950–1970): O movimento de renovação do ensino de ciências, que levou à criação de instituições voltadas para a produção de materiais didáticos e formação de professores.
iv. Quarta Fase (1970–dias atuais): A emergência de novos modelos de educação científica, influenciados por fatores políticos, sociais e ambientais, e a revisão dos objetivos da educação científica.

Inicialmente, o ensino de química era superficial, refletindo um currículo mais humanista que prevaleceu até após a Proclamação da República do Brasil. As mudanças começaram a ocorrer por volta da década de 1930, com reformas e, posteriormente, na segunda metade do século XX, houve uma redefinição dos objetivos e problemas do ensino, sendo mais aprofundada na década de 1970.

Depois da década de 70, o ensino de química no Brasil começou a ser estudado mais intensivamente, e as melhorias no ensino e na aprendizagem das ciências naturais foram buscadas por intermédio dos programas de pós-graduação. Esse esforço não apenas gerou avanços significativos ao longo das décadas, mas também permanece constante, com a produção contínua de pesquisas que buscam superar os desafios ainda existentes no ensino de química, evidenciando o caráter dinâmico e em evolução dessa área de estudo (Santos; Galletti, 2023).

No contexto educacional atual, profundamente influenciado pelo cenário pós-pandêmico, observa-se uma rápida expansão no uso e na disseminação das tecnologias. Este novo panorama trouxe oportunidades inéditas para o ensino de química, especialmente com a ubiquidade dos smartphones. Surge, portanto, a questão de como utilizar essas ferramentas de maneira eficaz e significativa no contexto educacional, pois, como ressaltado por Kenski (2007), a integração de meios

digitais nas salas de aula não apenas estabelece uma comunicação mais próxima com os alunos, como amplia e diversifica as possibilidades educacionais.

No mundo vigente, as novas tecnologias têm transformado as formas de trabalho, comunicação, relacionamento e aprendizado. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) integra as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) em suas competências e habilidades, visando promover aprendizagens mais significativas e apoiar as novas metodologias utilizadas pelos docentes. Conforme destacado na Competência Geral 5 da BNCC (2018, p. 9):

> Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

A presente pesquisa está estruturada na linha de pesquisa sobre as TDIC, que se referem a um conjunto de tecnologias digitais que facilitam a conexão entre ambientes e pessoas por meio de equipamentos, programas e mídias, otimizando a comunicação e as possibilidades de interação. Entre as TDIC, estão incluídos computadores, tablets, celulares, lousas digitais e aparelhos de projeção, sendo que esse termo é mais atual e específico em comparação com Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), onde o computador e a internet eram os principais instrumentos, conforme explicam Schuartz e Sarmento (2020).

As TDIC podem ser empregadas em diversos contextos e ganharam maior visibilidade após a pandemia, quando a utilização de meios remotos se tornou indispensável para a educação, trabalho e consultas médicas, entre outros. Esse cenário demonstrou a aplicabilidade das TDIC em diferentes áreas, com foco principal na educação, permitindo a implementação de práticas objetivas e específicas nos processos de ensino e aprendizagem em química.

Anteriormente, as TIC incluíam meios como telégrafo, rádio, televisão e jornais e, com a modernização dos dispositivos, referem-se às tecnologias conectadas em rede e que utilizam linguagem binária. Dias e Carvalho (2019) descrevem que a revolução digital ocorreu entre as décadas de 1950 e 1970, com o surgimento de novos aparelhos voltados para bancos e indústrias. Na década de 1990, os telefones analógicos ganharam demanda e evoluíram rapidamente para as tecnologias de hoje.

Essas mudanças alteraram significativamente as formas de trabalhar, comunicar e aprender.

A importância das TDIC na sociedade contemporânea é crescente. Atualmente, além da comunicação por e-mail, é possível enviar mensagens instantâneas e realizar trabalhos remotos, facilitando o acesso rápido e fácil a informações, recursos educacionais e notícias. A comunicação entre pessoas de diferentes cidades e países tornou-se mais eficiente, permitindo conexões em tempo real (Schuartz; Sarmento, 2020). As TDIC oferecem uma variedade de ferramentas que auxiliam e facilitam o trabalho e a aprendizagem em todos os níveis de ensino, como simuladores, tutoriais e aplicativos.

No processo de ensino, o uso das TDIC pode expandir as possibilidades de comunicação e interação, além de estimular a curiosidade e o pensamento criativo, lógico e crítico (Schuartz; Sarmento, 2020). As TDIC são vistas como ferramentas que podem fortalecer o processo de aprendizagem dos alunos, promovendo a cooperação e a parceria na produção do conhecimento (Schuartz; Sarmento, 2020).

3.2 APRENDIZAGEM MÓVEL (M-LEARNING)

A evolução das tecnologias demonstra como os dispositivos móveis têm impactado diversos campos, incluindo a educação. Crompton (2013) descreve que a tecnologia móvel aumenta o acesso à informação, modifica as formas de comunicação e interação entre as pessoas e influencia o consumo de informações. No campo educacional, destacam-se as oportunidades para o aprendizado personalizado, permitindo que os estudantes acessem conteúdos educacionais de qualquer lugar. Ou seja, o m-learning surge para acompanhar esse avanço tecnológico, sendo colocado por Kenski (2007, p. 21) que:

> A evolução tecnológica não se restringe apenas aos novos usos de determinados equipamentos e produtos. Ela altera comportamentos. A ampliação e a banalização do uso de determinada tecnologia impõem-se à cultura existente e transformam não apenas o comportamento individual, mas o de todo o grupo social.

Dessa forma, o m-learning altera o método tradicional de ensino ao atender às necessidades individuais dos alunos e adaptar as metodologias para proporcionar uma experiência personalizada de ensino-aprendizagem. Assim, a aprendizagem móvel, também conhecida como *mobile learning* ou m-learning, é uma extensão do e-

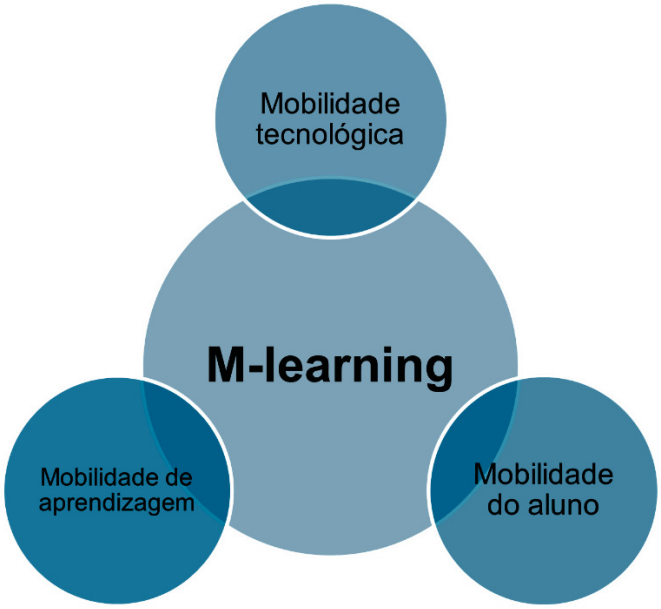
learning, esse surgiu na metade da década de 1990, quando a Internet começou a ganhar popularidade, abrange uma ampla gama de aplicações de tecnologias eletrônicas para a educação, incluindo aprendizado baseado em computador e aprendizado baseado na web, utilizando internet, intranet, CDs ou DVDs (Basak; Wotto; Belanger, 2018).

O m-learning, por sua vez, utiliza dispositivos móveis como notebooks, tablets e smartphones para acessar conteúdos educacionais de forma flexível, permitindo que os alunos estudem em qualquer lugar, como em casa, na escola ou no transporte público. Essa modalidade oferece liberdade para que os alunos escolham quando e onde desejam aprender, como descrito por Crompton (2013). Além disso, o m-learning não se limita ao uso de tecnologias, mas envolve a adaptação dos métodos de ensino e aprendizagem para aproveitar as características únicas dos dispositivos móveis.

O m-learning proporciona aos alunos o uso de vídeos educacionais, simuladores interativos, fóruns online, entre outros recursos disponibilizados pelos dispositivos móveis, transformando a dinâmica do aprendizado e permitindo que o estudo seja integrado à rotina do aluno. Portanto, m-learning é conhecido como uma forma de aprendizado, podendo até ser dita como uma metodologia que utiliza de dispositivos móveis, de modo a acompanhar o avanço tecnológico, fornecendo um aprendizado personalizado (Souza et al., 2021) de forma em que o conteúdo a ser ensinado e os estudantes possam estar de forma móveis, ou seja, não presos a uma sala de aula, por exemplo, dessa forma sendo mais produtivos em suas interações de ensino e aprendizagem (Dias; Carvalho, 2019).

Uma figura que resume bem o m-learning se encontra no artigo de Basak, Wotto e Belanger (2018)

FIGURA 13 - PERSPECTIVAS FUNDAMENTAIS DO M-LEARNING



FONTE: A autora (2024), adaptação de Basak, Wotto e Belanger(2018)

Na figura apresentada, ilustra-se as perspectivas fundamentais do m-learning, relacionando diferentes dimensões: a mobilidade das tecnologias móveis, que facilita o acesso a conteúdos e a interação em diversos ambientes; a mobilidade da aprendizagem, que ocorre em contextos variados e permite desenvolver competências profissionais, sociais, interculturais e interpessoais; e a mobilidade do aluno, que possibilita o aprendizado em qualquer lugar e a qualquer momento.

3.2.1 Um breve histórico do m-learning

Crompton (2013) traça a evolução do m-learning ao longo das décadas de 1970 a 2010, destacando momentos significativos em que essas tecnologias impactaram a educação. Na década de 1970, surgiram os primeiros dispositivos de armazenamento, como disquetes. Contudo, o principal marco para o ensino foi o conceito do Dynabook, idealizado por Kay e Goldberg, que antecipava o que se conhece hoje como tablets. Essa ideia pioneira incentivou o desenvolvimento de protótipos de computadores pessoais, preparando o terreno para a tecnologia educacional futura.

Nos anos 1980, nos Estados Unidos, diversas empresas começaram a lançar computadores portáteis, tornando a tecnologia mais acessível. Na década de 1990,

escolas e faculdades começaram a permitir o uso desses dispositivos em práticas pedagógicas, facilitando o acesso a informações e recursos anteriormente restritos.

Nos anos de 2000 a 2009 houve uma expansão significativa do m-learning no Estados Unidos, com instituições de ensino integrando tecnologias móveis em suas práticas pedagógicas e reconhecendo o potencial desses dispositivos para enriquecer os processos de ensino e aprendizagem. Em 2010, o m-learning tornou-se ainda mais sofisticado, com o surgimento de aplicativos educacionais que transformaram a transmissão e assimilação do conhecimento. O m-learning foi amplamente aceito como uma abordagem válida e eficaz para a educação, permitindo que os alunos aprendessem de forma mais flexível e adaptada às suas necessidades (Crompton, 2013).

Com base nessa trajetória, a tendência é que, à medida que a tecnologia continue a evoluir, o m-learning traga ainda mais mudanças significativas nas formas de desenvolver os processos de ensino e aprendizagem. Os modelos educacionais estão em constante adaptação, moldando-se para incorporar novas tecnologias e aproveitar ao máximo as oportunidades que elas oferecem. Essa evolução contínua indica que o m-learning não é uma moda passageira, mas uma transformação duradoura que continuará a influenciar a educação no futuro.

Afinal, o m-learning destaca-se por oferecer benefícios significativos, como flexibilidade e acessibilidade, características essenciais em um mundo cada vez mais digitalizado (Souza et al., 2021). Um dos principais atrativos do m-learning é a possibilidade de aprendizado em qualquer local, dispensando a presença física em uma sala de aula tradicional; aspecto que se tornou particularmente evidente durante a pandemia, quando o ensino a distância emergiu como a principal forma de continuidade educacional. A mobilidade proporcionada pelo m-learning permite que os alunos adaptem o aprendizado às suas rotinas e necessidades, resultando em uma experiência de aprendizagem mais personalizada e eficaz (Souza et al., 2021).

O m-learning, além de promover uma maior interatividade entre os alunos e entre estes e os professores, desafia o modelo tradicional de ensino, no qual o professor é visto como o único transmissor de conhecimento. Essa abordagem transforma a sala de aula em um espaço dinâmico de colaboração e troca de ideias. Segundo Basak, Wotto e Belanger (2018), a interação entre alunos e instrutores é essencial para o sucesso do aprendizado digital. O uso de tecnologias, como o m-learning, oferece novas formas de conexão entre professores e alunos, ampliando as

oportunidades de ensino e aprendizagem. Essa flexibilidade permite uma mudança na dinâmica tradicional, possibilitando que os educadores adotem métodos mais interativos e personalizados. No entanto, é fundamental que os professores estejam preparados para utilizar essas tecnologias de maneira eficaz, ajustando suas metodologias de ensino às necessidades dos alunos em ambientes digitais. Esse ambiente interativo enriquece a experiência de aprendizado e fomenta o desenvolvimento de habilidades sociais e colaborativas, que são cruciais no contexto educacional atual (Basak; Wotto; Belanger, 2018).

Na chamada "era do TikTok", onde a instantaneidade e a rapidez na troca de informações são valorizadas, os dispositivos móveis desempenham um papel crucial ao permitir que os alunos resolvam problemas rapidamente, acessando recursos em tempo real. Essa característica facilita a resolução de problemas imediatos e promove um aprendizado contínuo, proporcionando acesso a cursos, tutoriais e outros materiais educativos a qualquer momento (Crompton, 2013). A flexibilidade é importante para o desenvolvimento pessoal e profissional, oferecendo oportunidades de aprendizado ao longo da vida.

Outro aspecto fundamental do m-learning é sua capacidade de tornar a educação mais inclusiva, oferecendo oportunidades a grupos que anteriormente eram marginalizados (Crompton, 2013). Ao aumentar a acessibilidade à informação, o m-learning contribui para a democratização do conhecimento, permitindo que mais pessoas acessem recursos educacionais de qualidade, independentemente de suas circunstâncias geográficas ou socioeconômicas (Crompton, 2013). Isso representa um avanço significativo na busca por uma educação mais equitativa e justa, onde todos têm a chance de aprender e se desenvolver.

Portanto, o m-learning é uma abordagem que atende às necessidades de um mundo em constante evolução, visto que com sua flexibilidade, interatividade e acessibilidade, ele tem o potencial de transformar a educação, tornando-a mais adaptada às realidades dos alunos e mais capaz de preparar as novas gerações para os desafios futuros.

Apesar dos desafios estruturais enfrentados pelas escolas brasileiras, especialmente em relação ao acesso à internet e à disponibilidade de dispositivos móveis, o governo federal tem incentivado o uso de tecnologias digitais na educação, incluindo o m-learning. Um exemplo é o *Programa de Inovação Educação Conectada*, implementado desde 2017, que busca promover a cultura digital nas escolas públicas

por meio da integração de tecnologias ao currículo escolar (https://pddeinterativo.mec.gov.br/educacao-conectada). Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reconhece a importância das tecnologias digitais como recurso para ampliar as possibilidades de aprendizagem, desenvolvendo competências como o pensamento crítico, a comunicação e a cultura digital. Um levantamento realizado por Mocelin, Fiuza e Lemos (2018) para averiguar as publicações acadêmicas com o tema m-learning no Brasil, traz destaque para utilização para as áreas de Ciências, Matemática e Química. A maioria das aplicações analisadas ocorre em escolas públicas, mesmo diante das limitações tecnológicas em comparação com instituições privadas, o que reforça o potencial do m-learning como ferramenta de inclusão e inovação pedagógica.

3.2.2 Tecnologia no ensino de química

O ensino de química privilegia frequentemente a memorização de conceitos, regras e fórmulas, o que pode dificultar o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda e integrada da disciplina. A prática de lecionar química revela que muitos alunos enfrentam dificuldades para entender e aplicar os conceitos discutidos em sala de aula, especialmente ao tentar transitar pelos três Níveis de Conhecimento Químico (3NCQ) - submicroscópico, macroscópico e simbólico (Vieira; Meirelles; Rodrigues, 2011); esses níveis representam as diferentes maneiras pelas quais os fenômenos químicos podem ser compreendidos e descritos.

A integração de tecnologias no ensino de química, especialmente as tecnologias móveis, é essencial para trabalhar esses conceitos de maneira dinâmica, acessível e interativa. Com a variedade de recursos disponíveis, é possível visualizar fenômenos que ocorrem nos 3NCQ de forma mais concreta e intuitiva. Diversos softwares de modelagem molecular, por exemplo, permitem que os alunos manipulem modelos 3D de moléculas, compreendendo melhor as interações, comportamentos e propriedades das substâncias e partículas. Esses recursos tornam os conceitos abstratos mais tangíveis, facilitando a visualização de fenômenos que, de outra forma, seriam difíceis de compreender apenas com explicações teóricas. Além disso, essa abordagem interativa promove uma aprendizagem mais ativa e envolvente, incentivando os alunos a explorarem e experimentarem com as diferentes configurações moleculares, o que contribui para uma compreensão mais profunda e sólida dos princípios químicos (Souza et al., 2021).

Além disso, simuladores de laboratórios ou experimentos virtuais são ferramentas valiosas, especialmente para instituições que não possuem laboratórios físicos bem equipados. Esses simuladores permitem a experimentação e a observação de resultados em um ambiente seguro, reforçando o aprendizado teórico (Vieira; Meirelles; Rodrigues, 2011). O uso desses recursos é uma maneira eficaz de superar limitações materiais, oferecendo aos alunos oportunidades de aprendizado prático e experimental que seriam inacessíveis de outra forma.

Os aplicativos e softwares que promovem a gamificação do aprendizado são amplamente utilizados em sala de aula. Por meio de elementos de jogos - como desafios, recompensas e rankings, esses aplicativos engajam os alunos e incentivam a participação ativa no processo educativo. A gamificação torna o estudo da química mais atrativo, estimulando os estudantes a se envolverem de forma mais profunda com o conteúdo e promovendo o aprendizado colaborativo, no qual os alunos podem trabalhar em equipe, compartilhar conhecimentos e aprender reciprocamente (Boaventura; Oliveira, 2018)

As multimídias, como vídeos e animações, também desempenham um papel categórico na educação química, visto que essas ferramentas exploram diversas modelagens e representações que ajudam a visualizar e compreender conceitos complexos de maneira mais clara. O uso de vídeos educativos permite aos professores ilustrarem processos químicos dinâmicos que seriam difíceis de explicar apenas com palavras ou desenhos estáticos (Souza et al., 2021).

Esses, entre tantos outros recursos tecnológicos descritos por Souza e seus colegas (2021), não são apenas ferramentas complementares, mas elementos que ampliam as possibilidades de ensino e aprendizagem. Eles acompanham a evolução do mundo e as mudanças nas formas como os estudantes aprendem, tornando o ensino de química mais eficaz, envolvente e alinhado com as necessidades do século XXI. A incorporação dessas tecnologias no ensino de química, portanto, é uma evolução necessária para tornar o aprendizado mais acessível, inclusivo e relevante para os alunos.

3.2.3 M-Learning em ligações químicas: conectando os três níveis de conhecimento

Diante do exposto, a aprendizagem das Ligações Químicas, à luz dos 3NCQ, por meio de m-learning (aprendizado móvel), revela-se uma abordagem inovadora e flexível. Essa metodologia, facilitada pelo uso de dispositivos móveis, rompe com as

limitações tradicionais de ambiente, permitindo que o ensino ocorra em uma variedade de contextos e situações. A agilidade e a interatividade proporcionadas pelos aplicativos e softwares especializados em Química tornam o processo de ensino-aprendizagem dinâmico e envolvente, capaz de atender às demandas de um público cada vez mais conectado.

A incorporação do m-learning na linha de pesquisa das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) não é apenas desejável, mas necessária, dado o extenso uso de dispositivos móveis pelos estudantes. Esses dispositivos oferecem um potencial inexplorado para o ensino, garantindo acesso flexível e contínuo aos conteúdos a qualquer hora e em qualquer lugar (Basak; Wotto; Belanger, 2018). Essa flexibilidade, aliada à capacidade de engajamento dos alunos, abre novas oportunidades para a exploração profunda dos 3NCQ no ensino de Ligações Químicas.

No nível macroscópico, as tecnologias interativas desempenham um papel fundamental ao oferecer simulações realistas e vídeos que permitem aos alunos observarem fenômenos químicos em tempo real. Um exemplo amplamente utilizado é a plataforma *PhET Interactive Simulations*, que permite simular reações químicas, montar átomos e explorar uma vasta gama de fenômenos científicos. Além disso, a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV) criam ambientes imersivos onde os estudantes podem vivenciar reações químicas e transformações de substâncias de forma mais tangível (Gilbert; Treagust, 2009).

No nível submicroscópico, os softwares de modelagem molecular emergem como ferramentas essenciais, possibilitando a visualização e manipulação de modelos tridimensionais de moléculas e átomos. Plataformas como o MolView.org permitem que os alunos montem diversas estruturas moleculares e as explorem em 3D, proporcionando uma compreensão mais profunda das interações atômicas e moleculares (Gilbert; Treagust, 2009). Essas ferramentas auxiliam na construção de uma ponte entre o que é observado no nível macroscópico e a compreensão detalhada dos processos submicroscópicos.

No nível simbólico, o uso de ferramentas digitais, como softwares de representação molecular, facilita a criação de representações simbólicas de moléculas, equações químicas e estruturas atômicas. Programas como MarvinSketch permitem que os alunos escrevam e balancem equações químicas, oferecendo uma interface interativa para a visualização e manipulação precisa de fórmulas químicas

(Gilbert; Treagust, 2009). Isso não apenas aprimora a compreensão dos símbolos e notações químicas, mas também reforça a ligação entre os diferentes níveis de conhecimento.

Portanto, a integração das tecnologias digitais aos 3NCQ possibilita uma experiência de aprendizagem mais rica e significativa. Um aluno pode, por exemplo, começar observando uma reação química em um ambiente virtual (nível macroscópico), seguir explorando a estrutura molecular associada por meio de um software de modelagem (nível submicroscópico) e, finalmente, representar essa reação mediante equações químicas (nível simbólico) (Jaber; Boujaoude, 2012). Essa abordagem integrada promove uma compreensão mais holística das Ligações Químicas, preparando os alunos para aplicar seus conhecimentos de maneira prática e contextualizada.

Embora cada tipo de recurso tecnológico tenha suas características únicas, a seleção criteriosa desses recursos permite uma transição eficaz pelos 3NCQ utilizando até mesmo um único meio. Por exemplo, um vídeo pode iniciar apresentando a modelagem dos elementos, demonstrando as interações entre elétrons, depois ilustrar o comportamento da substância a partir do nível submicroscópico e, em seguida, mostrar como essas observações são representadas simbolicamente. Essa sequência didática integra os três níveis de forma coesa, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos. A sistematização do conhecimento, nesse caso, é crucial, é necessário que os alunos estruturem os conhecimentos fazendo a conexão entre os 3NCQ de maneira lógica e organizada, facilitando a integração dos conceitos.

Ao utilizar simuladores, a mesma lógica se aplica. Inicia-se com a montagem das substâncias a partir dos átomos, observando as formações resultantes dessas combinações, para então transitar para suas representações simbólicas. Programas de modelagem, como o MolView, exemplificam essa abordagem com excelência, pois não só permitem a visualização e edição de estruturas moleculares em três dimensões, mas também facilitam a criação e ajuste de equações químicas. Estes softwares são particularmente eficazes para abordar os 3NCQ, ao integrarem a manipulação visual no nível submicroscópico com a representação simbólica das reações químicas, permitindo ainda a investigação das propriedades das substâncias no próprio ambiente digital.

Portanto, a escolha dos recursos tecnológicos para m-learning deve ser cuidadosamente alinhada às suas funcionalidades e à adequação aos objetivos pedagógicos. É fundamental que os recursos selecionados possibilitem uma compreensão abrangente dos três níveis de conhecimento químico, considerando a realidade dos alunos e a infraestrutura disponível. A escolha criteriosa desses recursos pode exercer um impacto significativo na qualidade do ensino e na aprendizagem dos alunos, conforme defendido por Souza et al. (2021). Quando bem integrados, esses recursos não apenas facilitam o ensino das Ligações Químicas, mas também promovem uma aprendizagem ativa e contextualizada, alinhada às exigências contemporâneas da educação em Química. Isso torna o papel do professor mais relevante, este quem vai garantir que as tecnologias sejam usadas de maneiras estratégicas para a compreensão completa do assunto tratado provendo e estimulando o engajamento, a interação e o pensamento crítico.

4 METODOLOGIA

A presente pesquisa adota uma abordagem mista, combinando métodos qualitativos e quantitativos, para avaliar o impacto da implementação de uma série didática que utiliza tecnologias de m-learning. Essa combinação oferece uma visão mais ampla e profunda, unindo dados coletados por meio de questionários e observações, e permitindo uma exploração mais detalhada de processos complexos. Os dados numéricos obtidos por meio de questionários e experimentos permitem quantificar padrões e controlar fenômenos dentro de uma realidade objetiva (Sampieri; Collado; Lucio, 2013).

O objetivo da pesquisa é tanto exploratório quanto descritivo, caracterizando-se como exploratório-descritiva. Isso significa que busca fornecer uma visão inicial do fenômeno estudado, identificando questões relevantes para que, em pesquisas futuras, possam ser geradas novas hipóteses e aprofundamentos. Ao mesmo tempo, a pesquisa documenta as características e aspectos do fenômeno, verificando se os objetivos foram alcançados (Mattar; Ramos, 2021).

A pesquisa é de natureza básica, com o intuito de contribuir para a construção do conhecimento. Os dados e resultados deste trabalho visam aumentar a compreensão e o conhecimento neste campo de estudo (Mattar; Ramos, 2021). O procedimento escolhido foi o de intervenção pedagógica, que envolve uma série de ações com o objetivo de aperfeiçoar práticas educacionais, introduzindo inovações no ambiente escolar e tornando a construção do conhecimento mais significativa (Máximo; Marinho, 2021).

O estudo foi realizado no Colégio Marista Santa Maria, localizado no bairro São Lourenço, em Curitiba, Paraná. A instituição oferece educação infantil, ensino fundamental, ensino médio e período integral, com uma infraestrutura abrangente e um número considerável de alunos matriculados. Participaram do estudo 35 alunos da primeira série do ensino médio, sendo 14 do sexo masculino e 21 do sexo feminino, com idade média de 15 anos, em uma disciplina optativa de química oferecida no contraturno. As aulas ocorreram semanalmente às terças-feiras, no laboratório de química, sendo dispostos em bancadas, onde realizaram as aulas de 50 minutos em duplas, entre março e junho de 2024.

A disciplina optativa foi escolhida para a pesquisa por oferecer atividades diferentes das propostas no currículo regular, permitindo uma abordagem mais flexível

e sem a pressão de prazos rigorosos. O tema escolhido, Ligações Químicas, foi previamente abordado de forma resumida no 9º ano, sendo ideal para explorar os três níveis do conhecimento químico (3NCQ) de Johnstone. Isso permite, inicialmente, discutir as partículas e a distribuição eletrônica no nível submicroscópico; representar diagramas, estruturas de ligação e fórmulas no nível simbólico; e, finalmente, diferenciar as propriedades físicas no nível macroscópico.

Para facilitar a transição entre os 3NCQ e trabalhar o m-learning, foi feita uma busca por aplicativos sobre o conteúdo, usando a plataforma Android no Google Play. Foram utilizadas palavras-chave como “Ligações Químicas”, “chemical bonds”, “química inorgânica”, “inorganic chemistry”, “moléculas”, “laboratório química”, entre outras. Apesar da variação das palavras-chave, os mesmos aplicativos apareciam com frequência nas pesquisas. Com base nessa pesquisa e no conhecimento prévio de alguns aplicativos, foram selecionados e baixados mais de 30 aplicativos, listados no QUADRO 1:

QUADRO 1 - LISTA DE APLICATIVOS BAIXADOS PARA ESCOLHA NA IMPLEMENTAÇÃO DA SÉRIE DIDÁTICA.

360ed’s Elements AR	Ferramentas da Química	Química quiz
3D Inorganic Chemistry	Hydrogen Atom Orbitals	Química: Gerador de tarefa
AR Atom Visualizer for ARCore	KingDraw: Chemistry Station	Scholarlab
Átomos, Elementos e Moléculas	Lab. de Reações	SciQ-Perguntas de ciências
Chemist Free - Virtual Chem Lab	Learn IUPAC Nomenclature	Tabela periódica 2023
Chemistry Lab	Molecular Constructor	Tabela periódia dos Elementos
Chemistry Lab: Compounds Game	Nomenclatura Inorgánica	Unreal Chemist - Chemistry Lab
Distribución electrónica	Nomenclatura Química Orgânica	Zappar
EleMend	Qumify: Nomenclatura Química	Zeus Android Molecular Viewer
Elementos e a Tabela periódica	Quim Quiz -Química Trivia	
ESCAPE ROOM 3D - EWA	Química Orgânica 3D	

FONTE: A autora (2023)

Pensando nas propostas de aulas, dos aplicativos exibidos no QUADRO 1 foram utilizados 3D Inorganic Chemistry; EleMend; KingDraw: Chemistry Station; Zappar (aplicativo para visualização de realidade aumentada RA). Esses aplicativos foram escolhidos pensando na utilização de modelos e modelagem que, de acordo com os autores Melo e Silva (2019, p. 310)

> A utilização de modelos no ensino de Química é recomendada para diferentes funções, das quais destacam-se: facilitar no entendimento de fenômenos complexos a partir de representações simplificadas; favorecer abstração de entidades impossíveis de serem visualizadas; servir para fornecer uma base para previsão de funções mais complexas [...]

Para atender ao proposto nos três níveis do conhecimento químico (3NCQ), foram utilizados diversos aplicativos educacionais. O 3D Inorganic Chemistry permite a visualização tridimensional das estruturas dos três tipos de Ligações Químicas. O KingDraw: Chemistry Station possibilita a construção e manipulação de modelos moleculares covalentes, auxiliando os alunos a explorarem e visualizar as estruturas químicas de maneira interativa. O aplicativo Zappar, que utiliza realidade aumentada, oferece uma representação mais tangível dos conceitos submicroscópicos, sobrepondo modelos químicos ao ambiente real e permitindo que os alunos vejam e manipulem as interações e transformações das estruturas moleculares em um espaço tridimensional. Por fim, o aplicativo EleMend fornece simulações que ajudam os alunos a entenderem o comportamento e as propriedades das moléculas em diferentes condições.

Em uma das aulas sobre ligações iônicas, a parte experimental foi integrada ao uso dos aplicativos, criando uma abordagem mais completa para o entendimento do conteúdo. O uso de aplicativos, aliado a atividades experimentais, proporciona uma aprendizagem mais interativa e concreta, possibilitando aos estudantes compreenderem de maneira mais tangível o comportamento das substâncias químicas em diferentes contextos, já que não foi encontrado nenhum simulador do experimento.

Além desses aplicativos, algumas plataformas foram utilizadas para criar aulas dinâmicas que posteriormente seriam trabalhadas no celular com os alunos. As aulas que possuíam quizes foram geradas as perguntas com auxílio de Inteligência Artificial (IA), como ChatGPT e Quizziz, posteriormente analisados pela professora. O infográfico abaixo apresenta a relação entre as aulas e os aplicativos utilizados.

FIGURA 14 - INFOGRÁFICO DA SÉRIE DIDÁTICA DE FORMA SIMPLIFICADA

FONTE: A autora (2023)

As aulas foram estruturadas em três etapas: primeiro, identificou-se o conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto básico para o entendimento das Ligações Químicas; em seguida, trabalhou-se diretamente com as Ligações Químicas; e, por fim, foram feitas perguntas sobre todo o conteúdo abordado.

Os dados foram coletados por meio de observações e de um questionário semiestruturado. O questionário (QUADRO 2) continha quatorze questões objetivas e cinco discursivas. As questões objetivas foram organizadas usando uma escala Likert de 4 pontos, que variou de concordo totalmente (4) a discordo totalmente (1). As questões abertas foram analisadas utilizando a técnica de Análise de Conteúdo de Bardin (2011) e as observações foram registradas em um diário de bordo, capturando percepções qualitativas durante a intervenção.

QUADRO 2 - QUESTIONÁRIO DISPONIBILIZADO AOS ALUNOS

Perguntas abertas
1. Qual foi a maior vantagem que você percebeu no uso de aplicativos para aprender sobre Ligações Químicas? 2. Houve alguma dificuldade ou desvantagem no uso de dispositivos móveis durante as aulas de química? Se sim, quais foram? 3. De que maneira o uso de tecnologias e de aplicativos influenciou a sua compreensão nos três níveis de conhecimento químico: i) microscópica (que não é possível ser vista), ii) macroscópica (as propriedades que as substâncias possuem) e iii) simbólica (representação dos compostos por fórmulas químicas). 4. Você acredita que o uso de aplicativos e tecnologias para compreender o conteúdo de Ligações Químicas lhe mostrou um campo mais simbólico da química? 5. O uso de aplicativos lhe oportunizou entender como ocorrem as Ligações Químicas de forma microscópica, devido a transferência e compartilhamento dos elétrons?
Assertivas na escala Likert
1. O uso de aplicativos facilitou a compreensão dos conceitos de ligação química. 2. A utilização de dispositivos móveis durante as aulas aumentou meu interesse pela disciplina de química. 3. A aula com uso de aplicativos seria suficiente para o entendimento das Ligações Químicas e suas propriedades. 4. A interatividade proporcionada pelos aplicativos e fazer as atividades em grupo contribuiu para um melhor entendimento dos conteúdos. 5. Os recursos tecnológicos utilizados tornaram as aulas mais dinâmicas e envolventes, me deixando mais confiante em responder questões sobre Ligações Químicas 6. A utilização de aplicativos para aprender química é essencial nos dias de hoje e, portanto, recomendaria o uso de aplicativos para outros alunos que estão aprendendo sobre Ligações Químicas. 7. Os aplicativos me ajudaram a visualizar melhor as estruturas moleculares. 8. O uso de tecnologias durante as aulas me ajudou a compreender sobre as ligações fazendo entender melhor a parte microscópica (que não é possível ser vista), macroscópica (as

propriedades que as substâncias possuem) e simbólica (representação dos compostos por fórmulas químicas).

9. A combinação de diferentes aplicativos e tecnologias na aula me ajudou a conectar a descrição macroscópica dos fenômenos químicos com as explicações microscópicas e as representações simbólicas.
10. As ferramentas tecnológicas empregadas na aula tornaram mais fácil para mim interpretar e utilizar as fórmulas químicas e equações que representam as Ligações Químicas
11. Os aplicativos e as tecnologias utilizados durante a aula facilitaram minha visualização de como os átomos se ligam e interagem a nível microscópico.
12. A aula com tecnologia me ajudou a entender como as Ligações Químicas influenciam as propriedades físicas e químicas observáveis dos materiais.
13. A aula me proporcionou uma melhor compreensão de como interpretar e manipular símbolos e notações químicas para representar diferentes tipos de Ligações Químicas.
14. O uso de software específico para desenhar estruturas químicas e reações simbólicas me ajudou a entender melhor a notação química e a sua aplicação em problemas reais.

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

De acordo com Mendes e Miskulin (2017), a técnica de Análise de Conteúdo de Bardin (2011), que será usada para tratar as questões abertas, é dividida em três etapas:

i) Pré-análise: Envolve a organização inicial, seleção do material a ser analisado e estabelecimento de categorias;

ii) Exploração do material: Nesta etapa, os dados são analisados detalhadamente, categorizados e codificados conforme o que foi estabelecido na pré-análise;

iii) Tratamento dos resultados: Consiste em interpretar os dados analisados e tentar responder à problemática da pesquisa.

O objetivo dessa técnica é obter indicadores por meio de métodos sistemáticos e objetivos que descrevem o conteúdo das comunicações. Esses indicadores permitem inferir ou deduzir conhecimentos sobre o objeto de estudo. A técnica de Análise de Conteúdo possibilita uma análise rigorosa e sistemática, indo além da leitura superficial dos dados, o que a torna amplamente utilizada em diversas pesquisas qualitativas.

A análise dos dados coletados também foi conduzida de forma indutivo-construtiva. Diferente da análise dedutiva, que parte de teorias e hipóteses pré-estabelecidas, esse tipo de investigação permite que elementos e padrões emerjam

dos dados coletados, sem impor categorias ou códigos predefinidos. Temas e conceitos relevantes foram identificados à medida que os dados eram analisados, com o objetivo de desenvolver uma teoria que explicasse o fenômeno estudado, chegando a conclusões prováveis, conforme estabelecido por Gil (2019).

A análise dos dados quantitativos, as assertivas na Escala Likert, foi realizada utilizando o software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), empregando medidas de mediana, desvio-padrão, mínimo e máximo. Testes não paramétricos, com significância estabelecida em $p < 0,05$, foram usados para avaliar as diferenças nas respostas dos alunos.

5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção se apresenta o produto educacional desenvolvido “Série Didática m-learning de Ligações Químicas com Destaque aos 3 Níveis de Conhecimento Químico”. É apresentada a sequência de aulas com seus respectivos objetivos, conteúdos, recursos e procedimento de aula, sendo em seguida discutida as observações feitas em diário de bordo e, posteriormente, as percepções na escala Likert por intermédio da estatística descritiva e dos teste não paramétrico.

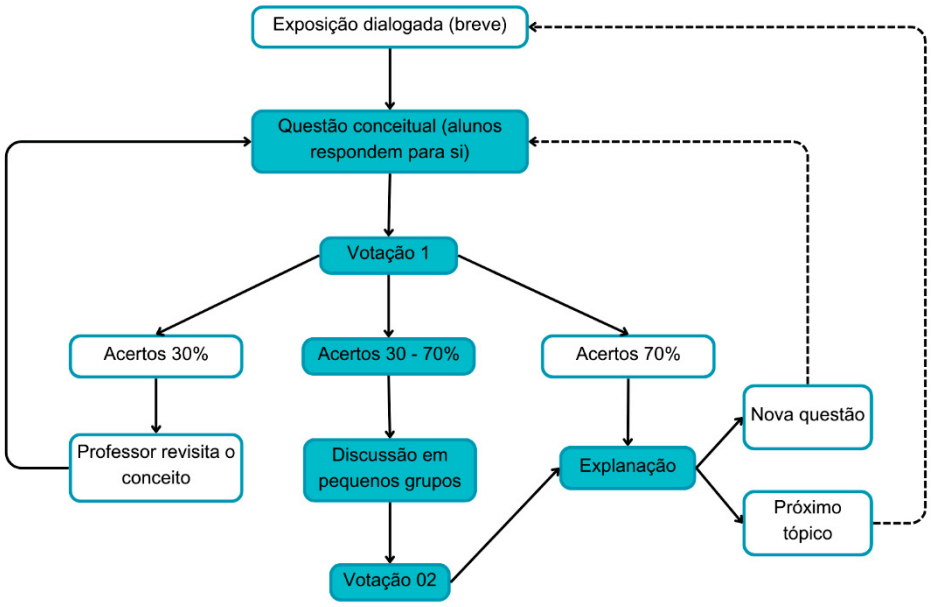
5.1 APLICAÇÃO DA SÉRIE DIDÁTICA M-LEARNING

5.1.1 AULA 1 - Revisitando o Universo Microscópico: Um Recapitular de Partículas Químicas.

O objetivo desta aula foi revisar os conceitos aprendidos anteriormente no 9º ano, essenciais para o entendimento de Ligações Químicas, esclarecendo pontos ainda não totalmente compreendidos. Os conteúdos abordados foram átomos, elétrons, prótons, nêutrons, íons, ganho e perda de elétrons, entre outros. Para conduzir essa revisão de conceitos, utilizou-se a metodologia ativa *Peer Instruction* (Instrução por Pares) desenvolvida pelo professor de física da Universidade de Havard Eric Mazur, tem como objetivo o envolvimento colaborativo entre os alunos para que estes discutam ideias sobre o conteúdo proposto (Machado; Bedin, 2020).

Segundo Machado e Bedin (2020), se menos de 30% dos alunos acertarem a resposta, cabe ao professor explicar o conteúdo novamente; se entre 30% e 70% dos alunos acertarem a resposta, cabe ao docente aplicar a instrução por pares, permitindo que os alunos, através da interação e do diálogo, cheguem à resposta correta; e, se mais de 70% da turma acertar a resposta, o docente segue para a próxima questão. Após todas as perguntas feitas e revisadas, o docente consegue identificar quais são os tópicos com maiores déficits de aprendizagem, para que, quando abordados, sejam bem aprofundados, conforme FIGURA 15.

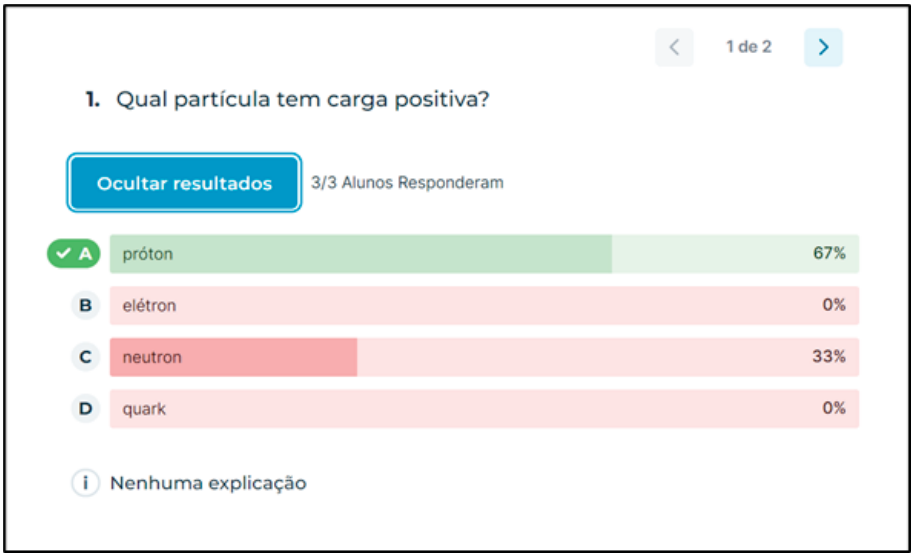
FIGURA 15 - FLUXOGRAMA DO FUNCIONAMENTO DO *PEER INSTRUCTION*



FONTE: A autora (2024)

Para essa abordagem, dentre tantos aplicativos, foi escolhido o Socrative no modelo de quiz, em que se conduz as perguntas e pode-se acompanhar as respostas dos alunos pausadamente, observando as porcentagens de acerto, como está representado na FIGURA 16.

FIGURA 16 - FUNCIONAMENTO DO SOCRATIVE COM AS PORCENTAGENS.



Fonte: A autora (2023).

Foram elaboradas 30 questões com 4 alternativas cada, conforme disposto no apêndice 1, que mostra todas as perguntas e alternativas criadas, além do número de participantes e o número de acertos. Os alunos foram orientados a baixar o aplicativo ou acessar o site https://b.socrative.com/ em seus celulares, onde precisaram apenas inserir o nome da sala e seus nomes, sem necessidade de login com e-mail e senha. De todas as questões criadas, houve tempo hábil para responder apenas metade delas (15 questões), sendo necessário repensar na quantidade de questões elaboradas. Durante a aplicação, observou-se uma oscilação no número de participantes, variando entre 33 e 28, devido a problemas de conexão e travamentos do aplicativo, que faziam com que os alunos saíssem e retornassem.

Visto a metodologia proposta, os alunos acabaram se agrupando em duplas ou trios para responder às perguntas. Houve uma breve explicação no início da aula sobre como seriam feitas as intervenções, se necessárias, mas devido ao tempo limitado, essas explicações foram superficiais e, com isso, os alunos acabaram se ajudando antes que fosse necessário, o que pode ter impactado os resultados apresentados, como mostrado no QUADRO 3.

QUADRO 3 - PORCENTAGEM DE ACERTOS NO APLICATIVO SOCRATIVE

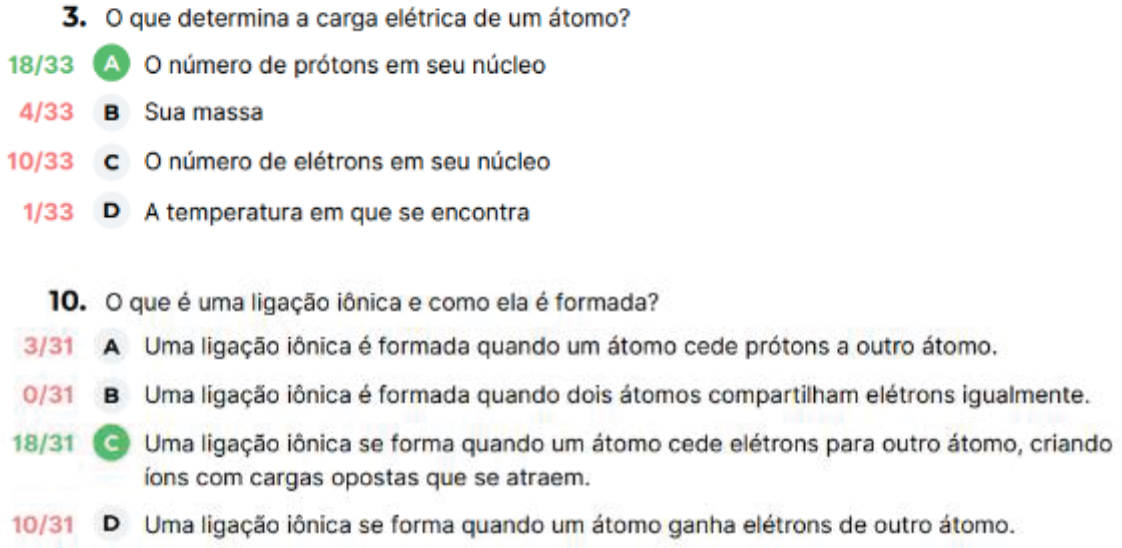
Questões	% de acertos	Questões	% de acertos
1	84,3%	9	93,5%
2	75%	10	58,1%
3	54,5%	11	0%
4	78%	12	14,3%
5	93,8%	13	57,1%
6	74,2%	14	92,9%
7	65,6%	15	53,6%
8	93,5%		

FONTE: A autora (2024)

Dentre as 15 questões respondidas, as questões 3, 7, 10, 13 e 15 foram revisadas por pares. Na questão 3, mostrada na FIGURA 17 pode-se ver que os alunos ficaram divididos principalmente entre as alternativas a) e c). Nessa questão, a professora teve que intervir após a discussão dos alunos, pois a questão apresentava ambiguidade, já que tanto prótons quanto elétrons possuem carga e podem determinar a carga elétrica de um átomo.

O mesmo ocorreu na questão 10, onde as alternativas c) e d) foram as mais escolhidas. Durante a aplicação, percebeu-se que havia mais de uma alternativa que poderia ser considerada correta, sendo elas a c) e a d), a professora então explicou a situação de que quando há o ganho e perca de elétrons dos elementos eles realizam a ligação iônica, não tendo a alternativa d) ficado completa, pois neste caso se refere a formação de um ânion somente.

FIGURA 17 - QUESTÕES 3 E 10 DO QUIZ DO APLICATIVO SOCRATIVE



FONTE: A autora (2024)

A questão 7 – como se forma um íon negativo? – atingiu 65,6% de acertos e foi discutida de forma breve, 20% dos participantes marcaram a alternativa e (quando perde elétrons). No momento da fala da professora, os alunos já perceberam que haviam se confundido, pois a associação de ganhar elétrons e ficar negativo para eles ainda era um pouco confusa, visto que quando se ganha, normalmente se fica com mais. Foi relembrado que as cargas dos elétrons são negativas e associadas a saldo bancário.

Na questão 13, que perguntava como as Ligações Químicas são representadas em um diagrama de Lewis, 57,1% dos alunos responderam corretamente. No momento da pergunta, foi percebido que algumas respostas certas foram escolhidas sem certeza. Durante a revisão por pares, poucos alunos sabiam efetivamente o que era um diagrama de Lewis, um conteúdo que foi abordado apenas durante metade de um trimestre no 9º ano, possivelmente explicando o esquecimento.

Na questão 15, a maioria dos alunos se dividiu entre considerar um íon como um átomo com carga elétrica ou um átomo com carga neutra. Isso levanta a questão se, nesse momento, os alunos já estavam cansados, dado que em várias questões anteriores sobre íons os alunos responderam corretamente. No entanto, nesta questão, ficaram em dúvida sobre conceitos que são completamente opostos. Durante a revisão por pares, grupos ajudaram grupos, e percebeu-se uma falta de atenção no momento das respostas.

A questão 11 foi elaborada erroneamente o gabarito, quando os alunos responderam e viram a resposta correta, ficaram revoltados. Foi então percebido que a alternativa marcada como certa estava errada, enquanto a alternativa b), marcada por 87% dos alunos, estava correta. A correção foi feita imediatamente.

Das 15 questões, houve apenas uma em que os alunos realmente não souberam responder: a questão 12, que perguntava sobre a importância da configuração eletrônica na formação de Ligações Químicas. Durante a revisão, percebeu-se que essa questão estava mal formulada, com alternativas duplicadas e nenhuma alternativa correta. Além da intervenção da professora no momento da aplicação, ficou claro a necessidade de revisitar o tema da distribuição eletrônica com os alunos em uma aula futura.

As questões foram elaboradas com o auxílio de inteligência artificial e revisadas ao serem inseridas na plataforma Socrative. No entanto, muitas questões não foram completamente revisadas, muito provavelmente devido ao grande número de questões envolvidas, o que deve ser melhorado em futuras aplicações. Muitas questões abordaram o mesmo conteúdo de formas diversas para avaliar se os alunos conseguem interpretá-lo em diferentes contextos.

Após uma análise retrospectiva, nota-se que poderiam ter sido incluídas imagens nas questões para tornar o conteúdo menos teórico. O uso dos 3NCQ não foi explorado plenamente. Embora os alunos tenham demonstrado conhecimento teórico sobre o mundo microscópico, as respostas no quiz não deixam claro se eles conseguem associar esses conhecimentos com notações simbólicas, e muito menos com o mundo macroscópico, como destacado por Johnstone (2000). A transição entre esses diferentes níveis de compreensão pode ser desafiadora para os alunos, mas é crucial para uma aprendizagem significativa.

Nesta primeira aula, o foco estava na revisão de conceitos previamente aprendidos, portanto, os 3NCQ não eram o foco. No entanto, essa abordagem já

oferece uma visão do que deve ser trabalhado nas aulas futuras para alcançar essa triangulação. A única questão em que os alunos apresentaram dúvidas, sem problemas na formulação da questão, foi aquela que envolvia a representação de Lewis. Isso pode ser devido ao esquecimento do significado dessa representação ou da dificuldade em associar a simbologia com o mundo microscópico, sendo esta última a interpretação mais provável.

O Peer Instruction proporcionou uma interatividade significativa entre os estudantes, promovendo um ambiente colaborativo. Essa metodologia aliada a TDIC intensificou a dinâmica da atividade proposta, trazendo em um primeiro momento a utilização de ferramentas tecnológicas enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, o Peer Instruction, ao empregar tais tecnologias, não apenas incentivou a reflexão de conceitos, como incorporou as TDIC como um meio essencial para a construção do saber, destacando a relevância de integrar essas ferramentas no ambiente educativo.

5.1.2 AULA 2 - O Enigma das Ligações Químicas: Desvendando o Motivo por Trás da União do Elementos.

O objetivo dessa aula foi explicar o motivo dos elementos precisarem fazer Ligações Químicas em termos de atrações e repulsões entre elétrons e núcleos. Diante disso, também se buscou trazer uma contextualização para aproximar o conteúdo do dia a dia dos alunos a partir do tema de medicamentos e princípio ativo.

Os conteúdos abordados incluíram a forma como os medicamentos atuam no corpo. Medicamentos não "sabem" onde a dor está localizada chamados de fármacos inespecíficos; em vez disso, eles se ligam a diferentes partes do corpo, incluindo a área da dor. Os comprimidos contêm princípios ativos e excipientes que protegem e auxiliam na absorção do medicamento.

Devido ao ambiente ácido do estômago, alguns medicamentos precisam de revestimentos especiais para proteger o princípio ativo. Uma vez no corpo, o medicamento viaja pelo sangue e se liga a diferentes locais, podendo ter tanto efeitos terapêuticos quanto colaterais. Cientistas estão constantemente buscando maneiras de melhorar a performance dos medicamentos, visando proporcionar a localização exata de atuação do princípio ativo. No campo da química, os átomos se combinam

por meio de Ligações Químicas para formar moléculas, que são mais estáveis do que átomos isolados.

A formação dessas Ligações Químicas é explicada pela Mecânica Quântica. Nessa teoria, os elétrons são descritos por funções de onda que estão relacionadas, entre outras propriedades, com a densidade de probabilidade de sua localização no espaço. A Ligação Química ocorre quando os elétrons e os núcleos dos átomos participantes interagem de forma que o sistema alcance uma configuração de menor energia, resultado de um delicado equilíbrio entre as forças atrativas e repulsivas e das energias cinéticas dos elétrons. Para esta aula, como foi abordada uma parte mais conteudista e abstrata, optou-se por utilizar o YouTube, plataforma que possui vários canais de divulgação científica com vídeos visualmente estimulantes. Neste caso, como o tema é sobre Ligações Químicas, há vídeos que utilizam modelos a partir de representações computacionais, que fornecem explicações detalhadas sobre cada conceito.

No entanto, para evitar que a aula se tornasse apenas mais uma em que o docente passa um vídeo e alguns alunos não prestam atenção por estarem cansados desse modelo, foi escolhida a plataforma Nearpod[2]. Além das funcionalidades tradicionais, como slides e adição de imagens e vídeos, o Nearpod permite a criação de questões de múltipla escolha, perguntas abertas, associações, e inclui recursos de realidade virtual e simulações do PhET[3], tudo dentro de uma única apresentação.

Adicionalmente, é uma plataforma que disponibiliza as funcionalidades de maneira gratuita e gera relatórios das aulas aplicadas, que podem ser presenciais ou remotas. A aula criada na plataforma contou com dois slides e dois vídeos, nos quais foram adicionadas perguntas de múltipla escolha relacionadas ao conteúdo abordado, como ilustra a FIGURA 18.

FIGURA 18 - SLIDES CRIADOS NA PLATAFORMA NEARPOD

---

[2] https://nearpod.com/
[3] https://phet.colorado.edu/pt/

FONTE: A autora (2024).

A aula iniciou com os alunos sendo instruídos a acessar a plataforma Nearpod através de seus smartphones. Eles entraram no site https://nearpod.com/, selecionaram a opção "Estudantes" e adicionaram o código previamente exibido no projetor. No dia da aplicação dessa aula, havia 27 alunos participantes.

O primeiro slide traz o título "Como o remédio sabe onde dói? Motivo por trás da união dos elementos." Em seguida, assistiu-se ao vídeo "Como o REMÉDIO SABE onde DÓI?" do canal Manual do Mundo, com duração de 5 minutos e 27 segundos (https://www.youtube.com/watch?v=taRgBFhunXc&t=3s). As perguntas, o tempo do vídeo em que foram colocadas e o percentual de acertos estão na TABELA 1.

TABELA 1 - RELAÇÃO DE PERGUNTAS DO VÍDEO 1 DO NEARPOD COM TEMPO E PORCENTUAL DE ACERTOS

Pergunta	Tempo de vídeo em que foi cobrada a questão	Porcentual de acertos
Qual é o princípio ativo de um medicamento?	0:46	93%
Qual é a função das substâncias presentes no comprimido além do princípio ativo?	1:46	74%
Por que é importante que um comprimido seja revestido e não dissolva no estômago?	2:52	15%
O que acontece com o medicamento quando ele é dissolvido no estômago?	3:29	96%
Por que um mesmo medicamento pode causar efeitos colaterais em diferentes partes do corpo?	4:21	85%
Qual é o objetivo dos cientistas que pesquisam sobre medicamentos?	4:35	78%
O que determina onde um medicamento vai fazer efeito no corpo?	4:56	81%

FONTE: Plataforma Nearpod (2024)

O objetivo desse primeiro vídeo foi fazer com que os alunos pensassem em como ocorrem as interações dos princípios ativos dos medicamentos no corpo humano. Os alunos estavam sentados em grupos durante toda a aula, e ficaram muito entusiasmados com as informações trazidas pelo vídeo. Foi possível perceber um grande envolvimento, pois os alunos estavam atentos ao conteúdo, ansiosos pela próxima pergunta, e discutiram bastante, especialmente sobre a pergunta em que mais erraram. Como todas as opções estavam corretas, debateram se apenas uma delas seria verdadeira, já que as afirmações foram mencionadas em diferentes momentos do vídeo.

Foi muito satisfatório perceber os estudantes participativos, considerando que, normalmente, quando vídeos são trabalhados em sala de aula, a maioria dos alunos demonstra desinteresse. Entre os dois vídeos apresentados, a professora comentou sobre como os fármacos se encaixam com os receptores biológicos e como estudar Ligações Químicas pode ajudar os pesquisadores a elaborarem medicamentos com melhores resultados de forma mais complexa. A discrepância de porcentagem de acertos que a terceira pergunta tem das demais talvez se deva que todas as alternativas estavam corretas e eles focaram em somente uma, fazendo com que errassem em uma porcentagem bem grande a pergunta.

Porém, no segundo vídeo de conteúdo mais específico, intitulado “Como os átomos formam moléculas? A Mecânica Quântica das Ligações” do canal Ciência Mapeada, com duração de 7 minutos e 04 segundos, disponível em: https://youtu.be/tbPzj4GopsM?si=nyCWmkG_DNjAcRx2, foi verificado já de início um

desânimo por parte dos discentes, que começaram a conversar sobre outros assuntos enquanto a aula acontecia, tendo que ser pausado o vídeo algumas vezes para solicitar aos alunos que voltassem a se concentrar. Inclusive no momento de responder as questões, os alunos demoraram muito mais tempo que no vídeo anterior. Como Melo e Silva (2019) tratam em seu trabalho, a forma travada como os conceitos são apresentados pode levar os alunos a não verem esses conteúdos como algo dinâmico, resultando em desinteresse, além de talvez a falta de discussões sobre como os conceitos se relacionam com o seu contexto, pode fazer com que os alunos memorizem informações sem realmente compreendê-las.

O objetivo deste vídeo era trazer a explicação do porquê acontece as ligações de maneira mais aprofundada e, esse diferente do primeiro, trouxe várias imagens com modelos representacionais para auxiliar no entendimento do conteúdo a ser abordado. Acreditava-se que apesar de ser um conteúdo mais especializado, os modelos e a dinâmica do vídeo trariam atenção maior dos discentes, porém não foi o que foi observado.

Comparando os dois conteúdos, apesar de ambos focarem no mundo submicroscópico, a primeira abordagem trata o conteúdo de uma maneira mais curiosa quando relacionado com o macroscópico, enquanto o segundo vídeo acaba focando mais em representações simbólicas, ainda que trate um pouco sobre o conteúdo na área macro. Além das constatações acima, infelizmente não houve tempo para que fosse exibido o segundo vídeo em sua integra, ficando dividido da seguinte forma:

TABELA 2 - RELAÇÃO DE TEMPO E PORCENTUAL DE ACERTOS NO SEGUNDO VÍDEO DA AULA 2

Pergunta	Tempo de vídeo em que foi cobrada	Porcentual de acertos
Quantos elementos químicos diferentes formam o universo observável?	0:21	15%
Por que os átomos se combinam para formar moléculas?	0:54	70%
Qual a parte mais externa de um átomo?	3:16	67%
O que é descrito pelas funções de onda na mecânica quântica?	4:32	37%
Qual o átomo mais simples de todos?	5:03	Não foi respondida
O que acontece se os átomos se aproximarem muito na ligação química?	6:28	Não foi respondida
O que representa a menor energia possível para a existência de um átomo?	6:48	Não foi respondida

FONTE: Plataforma Nearpod (2024)

O APÊNDICE 2 traz o relatório das respostas dos alunos, onde pode-se perceber, além das constatações já citadas, que os alunos deixam de responder cada vez mais às questões e, com base nas respostas da Aula 1, pode-se inferir que deixam de responder com a atenção devida.

As questões colocadas nos vídeos foram criadas com a inteligência artificial do software Quizizz. A intenção era que os alunos participassem de forma ativa na observação dos vídeos, sendo engajados e motivados pelo estilo de gamificação, mantendo-se focados sem interrupções (Pimentel; Moura, 2022). Assim, o assunto de cada pergunta não foi tão importante em termos de conteúdo, mas para perceber o comprometimento dos discentes. O percentual de acertos nas questões refletia a atenção dos alunos durante a projeção, e a capacidade de absorver o conteúdo do material apresentado.

Diante desses resultados e o fato de os alunos não terem visto 3 minutos finais do último vídeo da aula, conclui-se que quando tratado do assunto específico de ligações os alunos não assimilaram adequadamente. Para uma aplicação dessa aula futuramente, sugere-se que seja feita em duas aulas, uma para contextualizar com aplicações e outra para tratar do conteúdo específico, podendo ser trabalhado de forma mais serena e segura. Ainda, pensa-se que as duas não devam acontecer do mesmo modo, para que possam ter mais dinamicidade nas aulas e engajamento dos alunos.

Como resultado, a aula não atingiu plenamente o objetivo de integrar os 3NCQ. A segunda parte da atividade, que deveria combinar esses níveis, não foi totalmente proveitosa, deixando algumas lacunas que precisam ser preenchidas posteriormente. O vídeo utilizado, que apresentava a modelagem de átomos e partículas de forma fácil de entender, não foi explorado em todo o seu potencial. No entanto, vale destacar que, embora não tenha sido relacionado diretamente a modelos representativos, a explicação sobre o medicamento e suas associações com diferentes partes do corpo proporcionou uma visão submicroscópica. A atuação do medicamento no corpo pode ser associada ao nível macroscópico, sem a necessidade de um entendimento profundo das estruturas atômicas.

A plataforma utilizada foi um aliado importante, pois permitiu demonstrar visualmente os modelos representacionais e envolveu os alunos, desafiando-os a refletir sobre o conteúdo. No entanto, percebe-se a necessidade de uma

complementação para que os três níveis do conhecimento químico sejam abordados de forma mais satisfatória.

5.1.3 AULA 3 – Atração Entre os Opostos: A Química das Ligações Iônicas.

O objetivo dessa aula foi estimular os alunos para que conseguissem identificar a ligação formada a partir da distribuição eletrônica dos átomos por meio de interações entre cargas, estabelecendo relações com modelos atômicos, símbolos e fórmulas. Além disso, visava-se conectar as ligações com as propriedades apresentadas pelos compostos iônicos.

A intenção era que toda a atividade fosse realizada à luz do m-learning. No entanto, para trabalhar as propriedades dos compostos iônicos, não foi localizado nenhum aplicativo ou software que satisfizesse o propósito almejado. Assim, nesta aula, os alunos foram divididos em 8 grupos: 4 deles ficaram na parte prática na metade da aula, enquanto os outros 4 grupos realizaram a atividade proposta utilizando os aplicativos de interesse. Em seguida, os grupos trocaram de atividades.

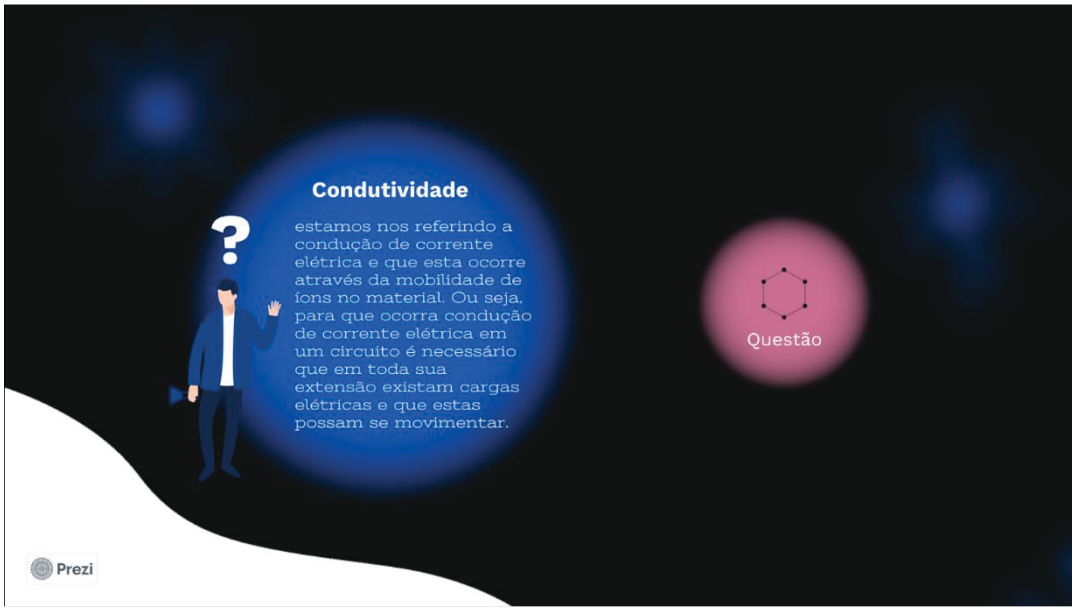
No início da aula, a professora apresentou uma pergunta provocadora: “Por que raios, mar e rios não combinam?”. A pergunta foi introduzida utilizando slides pelo software Prezi (FIGURA 19), que traz as apresentações de maneira não linear, com o objetivo de estimular o pensamento crítico e encorajar discussões entre os alunos.

FIGURA 19 - PERGUNTA PROVOCADORA NA APRESENTAÇÃO DA AULA 3

FONTE: A autora (2024)

Neste momento, os alunos começaram a refletir sobre o que acontece no mar e nos rios durante um dia com muitos raios. Eles se lembraram das orientações que geralmente recebem de seus responsáveis, como "ah, professora, a água atrai o raio", entre outros comentários semelhantes. Então, a professora introduziu o conceito de condutividade, como ilustrado na FIGURA 20.

FIGURA 20 - SLIDE COM CONCEITO DE CONDUTIVIDADE



FONTE: A autora (2024)

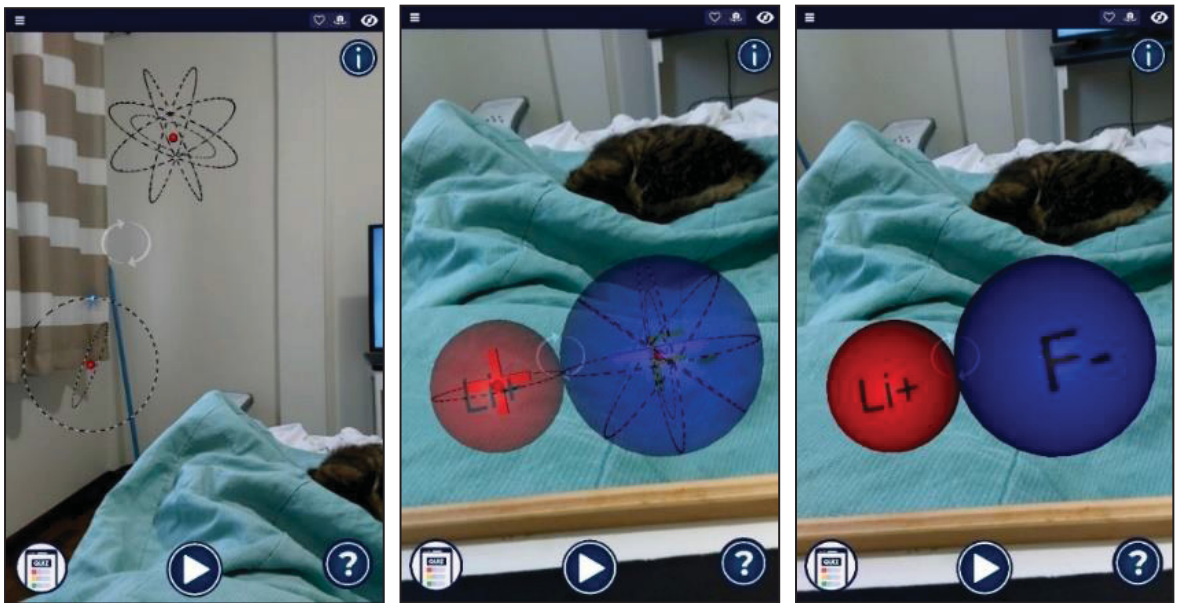
Foi discutida a ideia de que, para a água atrair raios, ela precisa conduzir corrente elétrica, e que para isso é necessário que haja cargas elétricas espalhadas. Então, foi apresentada outra questão provocadora: “Como é possível a existência de cargas elétricas na água?”. Muitos alunos já sabiam a resposta e começaram a falar: “Tem que ter substâncias que fazem ligações iônicas na água”. A professora, então, ampliou as discussões dizendo que veriam isso na prática.

Ela distribuiu uma folha, que está no apêndice 3, para cada aluno. A folha operava como um roteiro, indicando quais observações deveriam ser feitas tanto na prática quanto nos aplicativos, através de perguntas específicas.

Na projeção foi explicado o que cada grupo deveria fazer, os 4 grupos que estavam à direita das bancadas do laboratório começariam investigando os aplicativos sugeridos, sendo estes o Zappar, que é um leitor de imagens em realidade aumentada (FIGURA 21); a imagem foi fornecida tanto na apresentação quanto na folha antes entregue. Este recurso é disponibilizado no site https://raescolas.ufsc.br/ pela

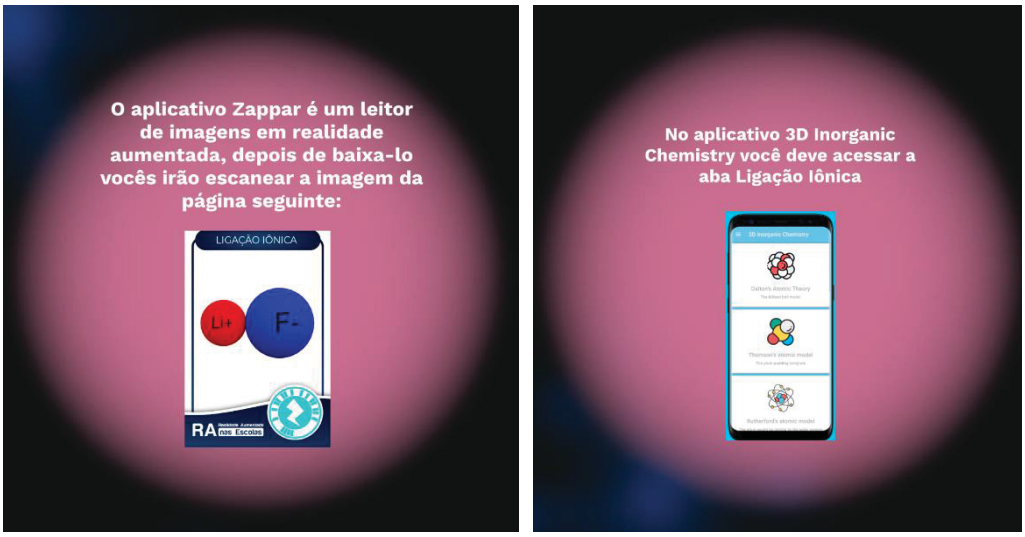
Universidade Federal de Santa Catarina, que fornece uma gama grandiosa de assuntos que podem ser trabalhados dessa forma. O outro aplicativo era o 3D Inorganic Chemistry, que trabalha não só modelos de Ligações Químicas, como também os modelos atômicos. As instruções para baixar os arquivos estão na FIGURAS 22 e 23.

FIGURA 21 - REALIDADE AUMENTADA REPRESENTANDO A LIGAÇÃO IÔNICA ENTRE LÍTIO E FLÚOR



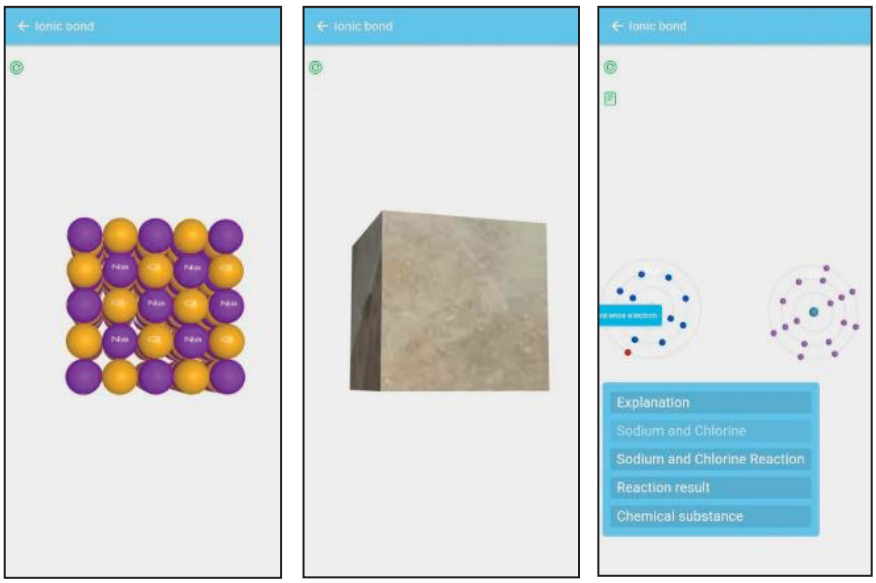
FONTE: Plataforma RA da USFC. Disponível em: https://plataforma.raescolas.ufsc.br/pt/ra/309

FIGURA 22 - INSTRUÇÕES PARA BAIXAR OS APLICATIVOS DA AULA 3



FONTE: A autora (2024)

FIGURA 23 - REPRESENTAÇÃO DA LIGAÇÃO IÔNICA ENTRE OS ELEMENTOS SÓDIO E CLORO EM 3D



FONTE: Aplicativo 3D Inorganic Chemistry

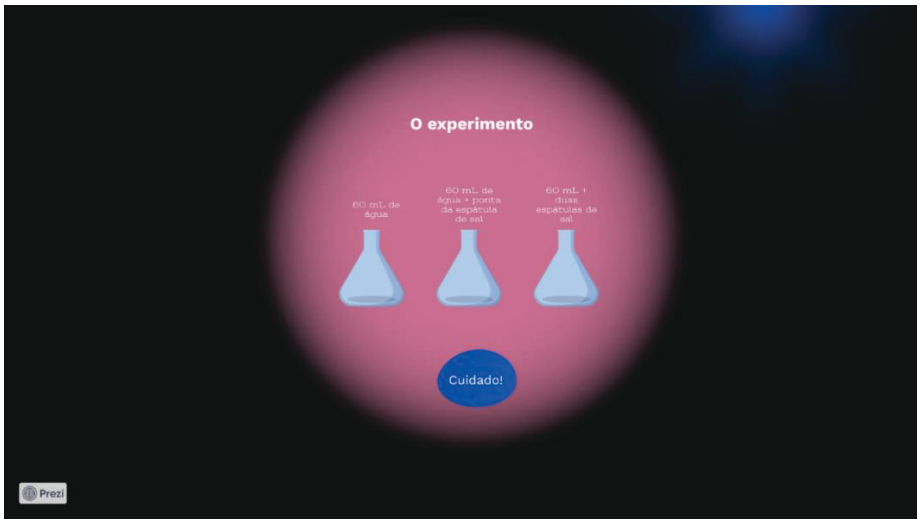
Na folha entregue aos alunos, foram propostas questões, como o número de níveis de elétrons presentes, a quantidade de elétrons na última camada, os eventos decorrentes da troca de elétrons, as transformações nos elementos envolvidos e os resultados das substâncias após essa troca. Ao relacionar a quantidade de elétrons com as características dos elementos, como a distinção entre metais e ametais, os alunos foram desafiados a explorar diversas formas simbólicas de representar as Ligações Químicas.

Os aplicativos escolhidos para essa abordagem pedagógica, a partir da Realidade Aumentada (RA), mostram-se com o objetivo claro de proporcionar uma

representação visual dos átomos, suas camadas eletrônicas e os elétrons que os compõem. Poder manipular as substâncias no espaço 3D proporcionou aos alunos uma experiência interativa, permitindo que eles explorassem e assimilassem os conceitos teóricos com os microscópicos e simbólicos, entendendo por que são os elétrons das últimas camadas ao fazerem ligações, como eles adquirem cargas, etc. Isso também fez com que o professor tivesse um *feedback* imediato da compreensão dos alunos, conforme eles manipulavam e respondiam às perguntas norteadoras, gerando não só uma avaliação da compreensão conceitual, mas um estímulo à participação ativa na construção do conhecimento.

Os outros 4 grupos que iniciaram com a parte experimental também foram instruídos a partir da projeção de slides e acompanhados de perto pelas professoras que estavam no laboratório, para garantir a segurança e a correta execução da atividade. O experimento consistia em testar a condutividade da água, do cloreto de sódio sólido e da solução de cloreto de sódio, enquanto os alunos anotavam as suas observações na folha que posteriormente foi entregue.

FIGURA 24 - SLIDE PARA EXPLICAR O EXPERIMENTO DA AULA 3



FONTE: A autora (2024)

Embora alguns alunos tenham encontrado dificuldades em acessar um dos aplicativos devido à falta de suporte para iOS, eles conseguiram associar as perguntas da folha de atividades com os experimentos, aplicativos e questões norteadoras. A partir dessas perguntas, a ideia era que os alunos refletissem sobre como a água pode conduzir eletricidade, como na primeira pergunta “Por que raios, mar e rios não

combinam?”. Dessa, surgiram diversas respostas, sendo que, em sua grande maioria, apareciam como, “Pois, *a água é uma condutora de eletricidade”*; alguns alunos conseguiram ir além, *“Por que os sais minerais têm ligações iônicas que atraem raios”*, e, ainda, poucas respostas pareciam ideias confusas como “*Porque a composição química, a temperatura e a velocidade de ambos são diferentes”.* Vê-se que surgiram várias hipóteses do porquê água de rios e mares conduz corrente e o uso dos aplicativos e o experimento vem para elucidar essa questão.

Nos aplicativos, eles puderam observar no nível microscópico como os elétrons participam das ligações iônicas, promovendo a troca de cargas elétricas entre metais e não metais. Nas representações fornecidas pelo aplicativo de realidade aumentada, os alunos também conseguiram identificar as camadas eletrônicas envolvidas nas ligações, além de visualizar o retículo cristalino. Essa representação foi essencial para a compreensão de que substâncias em estado sólido não conduzem eletricidade.

A execução do experimento com o condutivímetro serviu para exemplificar, no nível macroscópico, a condução de corrente elétrica quando o composto está em solução. Optou-se por realizar o experimento de forma prática, uma vez que não foi encontrado um recurso móvel capaz de simular adequadamente esse fenômeno. A combinação entre tecnologia e experimentação prática mostrou-se extremamente enriquecedora, permitindo que os alunos alcançassem os 3NCQ.

5.1.4 AULA 4 - Compartilhando para Construir: A Química das Ligações Covalentes

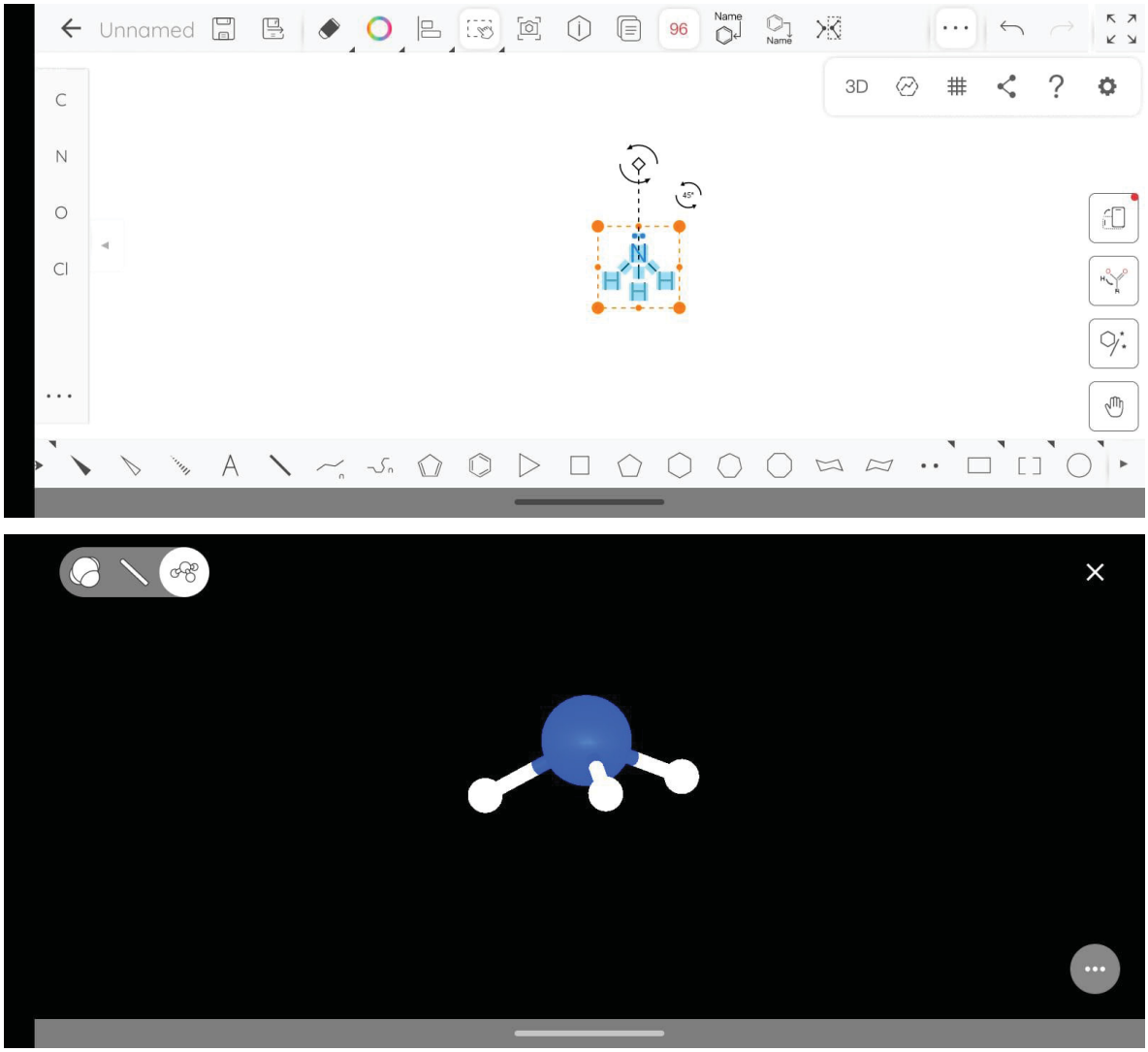
O objetivo dessa aula foi identificar o tipo de ligação formada a partir da distribuição eletrônica dos átomos ligantes e suas posições na tabela periódica, para conseguir montar as estruturas das moléculas formadas a partir do fósforo com os átomos de cloro, carbono e flúor, nitrogênio e hidrogênio e, por fim, do ácido acetilsalicílico; em aula anterior sobre fármacos a estrutura do ácido foi comentada.

A ideia era que os alunos conseguissem identificar os elétrons que participam das ligações pelos elementos na tabela periódica disposta na parede do laboratório, seja pelos grupos ou pela distribuição eletrônica, depois fazer as ligações necessárias e mostrar os pares de elétrons não ligantes.

Para essa aula, foi escolhido o aplicativo King Draw: Chemistry Station disponível para Android e iOS de maneira gratuita, porém em cada sistema apresenta

layouts diferentes. Neste aplicativo é possível montar as fórmulas estruturais dos compostos e, a partir disso, é possível ver as informações sobre a substância como os dados pela IUPAC, periculosidades, propriedades físico-químicas e visualizar a modelagem 3D, conforme FIGURA 25.

FIGURA 25 - FÓRMULA MOLECULAR E MODELAGEM 3D DA MOLÉCULA DE NH_3



FONTE: Aplicativo King Draw: Chemistry Station (2024)

Há uma crença comum de que os adolescentes são proficientes no uso de dispositivos móveis, uma vez que essa faixa etária é frequentemente associada ao uso intenso da tecnologia (Bedin; Del Pino, 2016). No entanto, durante essa aula, observou-se que essa habilidade depende significativamente da familiaridade com o sistema operacional e os aplicativos específicos, visto que os estudantes estão acostumados sempre com os mesmos. A aula foi bastante conturbada no que diz

respeito ao manejo do aplicativo; a professora teve dificuldade em atender a todas as dúvidas dos alunos, sendo constantemente solicitada para orientá-los sobre como manipular o aplicativo para alcançar os objetivos propostos.

Acreditava-se que o sistema escolhido seria bastante intuitivo; no entanto, ao longo da aula, percebeu-se que a seleção foi feita por uma pessoa com expertise prévia no uso do 3NCQ. O programa apresenta as informações em um nível simbólico do conhecimento químico, o que pode ter sido um fator fundamental para as dificuldades dos alunos em utilizá-lo. Todavia, apesar desses desafios, a maioria dos alunos conseguiu realizar as atividades propostas, visualizando a estrutura das moléculas e associando os átomos à simbologia correspondente.

Ainda, é possível destacar que os alunos estavam empolgados em fazer uso da tecnologia, o que pode ter influenciado na concentração deles enquanto a professora explicava o funcionamento do sistema. Ademais, é necessário afirmar que o uso de tecnologias, em especial na Educação Básica, requer do professor não apenas habilidade de manusear, mas conhecimento do seu funcionamento para, no diálogo para o uso, saber explicar e orientar o aluno no processo, como afirma Kenski (2007) em seu trabalho que é fundamental que os profissionais estejam sempre atualizando seus conhecimentos e competências para manter a qualidade profissional, o que pode ter sido uma limitação no desenvolver dessa aula.

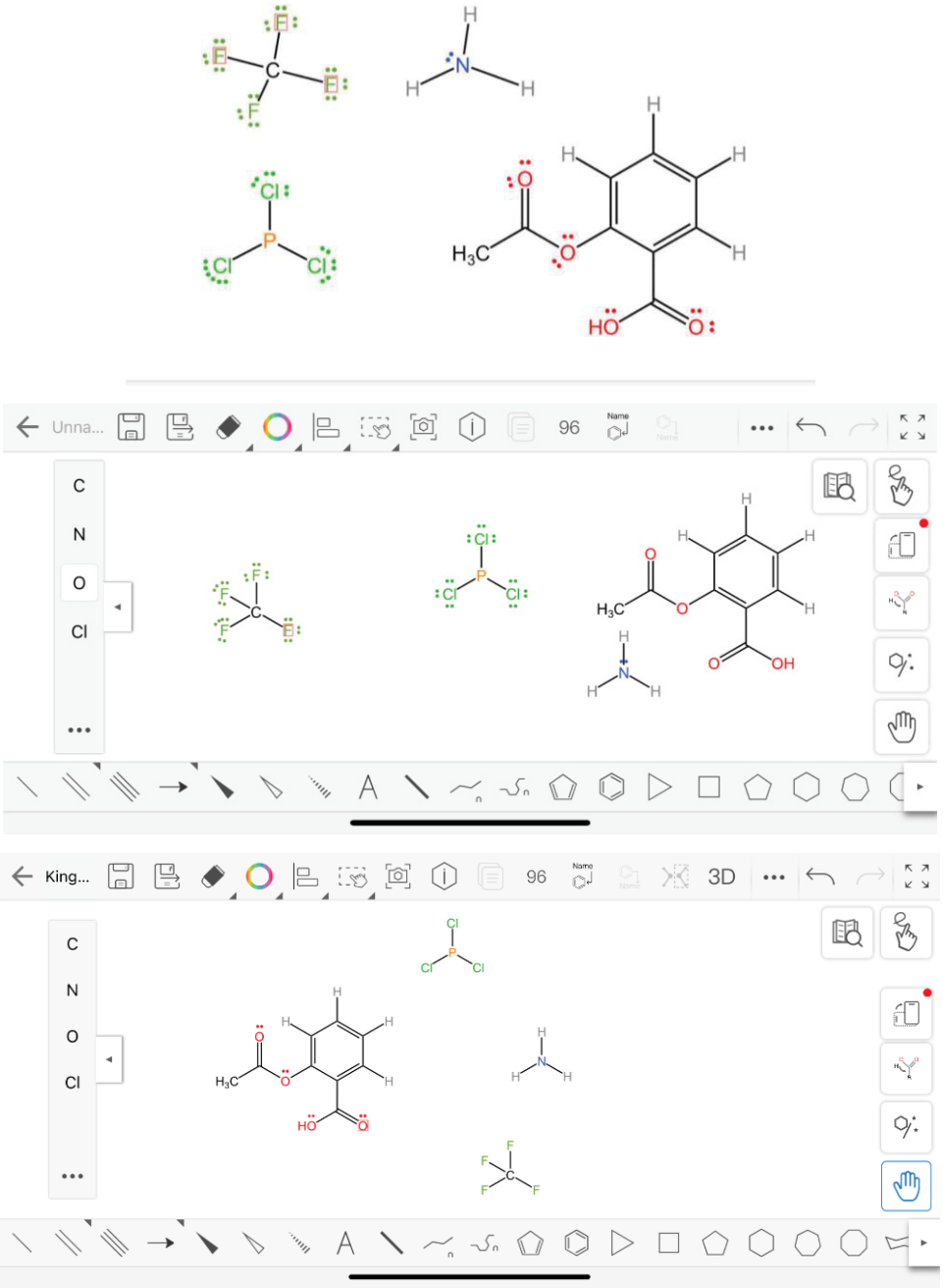
Para trabalhar as ligações covalentes utilizando esse aplicativo, seria interessante que a aula tivesse sido dividida em duas sessões: a primeira dedicada ao treinamento no uso do aplicativo, explicando as funções e operações, e a segunda voltada para o conteúdo específico da química. Independentemente do desenrolar da aula, foi possível alcançar os objetivos em níveis simbólicos e microscópicos, os alunos aprofundaram o conhecimento teórico, aplicando sua compreensão até o momento sobre ligações covalentes, consolidando os conceitos estudados a partir do mundo macroscópico na relação com o papel dessas ligações nos compostos químicos e desses na sociedade.

Trabalhar com a molécula de ácido acetilsalicílico (uma molécula complexa) foi uma tentativa de trazer o nível macroscópico para a aula, uma vez que é um componente medicinal com o qual os alunos já tiveram contato. No entanto, isso não se mostrou suficiente para efetuar a triangulação completa dos níveis de conhecimento. Portanto, seria necessário trabalhar mais algumas propriedades adicionais, o que justificaria uma aula extra dedicada exclusivamente à observação

das informações técnicas disponíveis no sistema. Já as moléculas mais simples os alunos tiveram mais facilidade para montar e também de associar a conteúdos já trabalhados com eles.

Na FIGURA 26 estão algumas estruturas montadas pelos alunos que foram enviadas via TEAMS.

FIGURA 26 - ESTRUTUTURAS MONTADAS PELOS ALUNOS NO APLICATIVO KING DRAW: CHEMISTRY STATION



FONTE: Aplicativo KingDraw: Chemistry Station (2024)

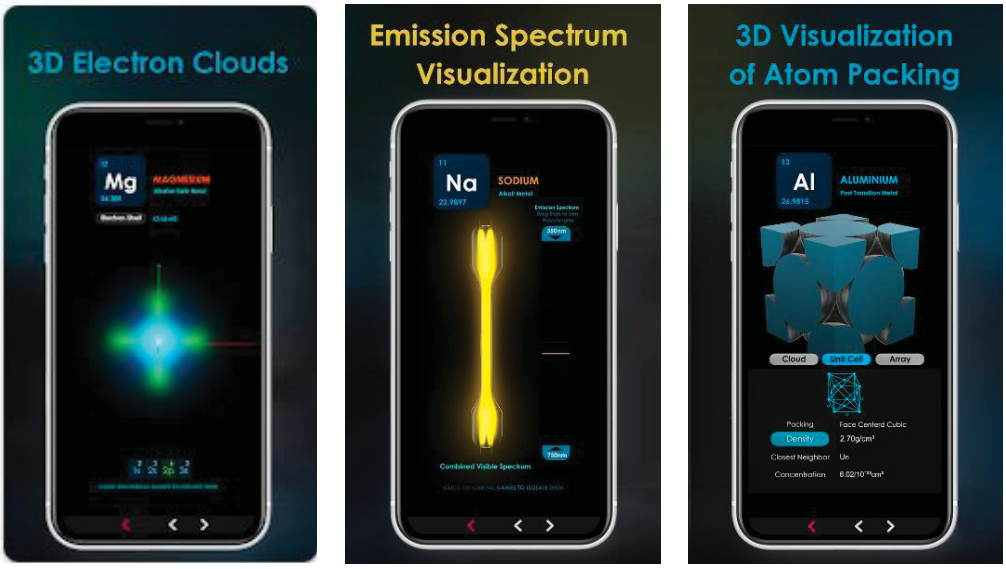
5.1.5 AULA 5 - A Dança dos Elétrons Livres: Uma Visão sobre Ligação Metálica

O objetivo dessa aula foi estimular os alunos para que pudessem estabelecer relações entre as propriedades dos elementos metálicos com as ligações metálicas, vez ou outra, comparando com os outros elementos não metálicos.

A escolha de uma plataforma para favorecer trabalhar com a ligação metálica foi a mais trabalhosa e complexa, visto que de maneira geral a explicação dessa ligação normalmente ocorre de maneira bem simplificada, rápida e muitas vezes até superficial, em razão de possuir a complexidade mais desenvolvida do que as outras, com conceitos não triviais para ser explicado a nível de ensino médio. Por consequência, o objetivo das aulas acaba sendo apresentar as propriedades características dos metais e suas aplicações.

O aplicativo escolhido foi o EleMend – Tabela Periódica 3D, disponível para Android e iOS. Basicamente, a plataforma traz a tabela periódica de forma tridimensional e interativa, permitindo que os usuários interajam com ela de maneira envolvente, visto que acompanha várias informações detalhadas sobre as propriedades físicas e químicas de cada elemento e, portanto, nessa aula também foi explorada a distribuição eletrônica dos elementos metálicos, retomando brevemente o conceito trabalhado na aula de ligações iônicas. Na FIGURA 27 estão 3 dos muitos exemplos possíveis pelo aplicativo.

FIGURA 27 - REPRESENTAÇÕES 3D A) DO OURO, B) PONTO DE FUSÃO E EBULIÇÃO DO OXIGÊNIO, C) QUEBRA APÓS AGITAR O CARBONO, D) NÚVEM DE ELÉTRONS DO MAGNÉSIO, E) ESPECTRO DE EMISSÃO DO SÓDIO E F) EMPACOTAMENTO DO ALUMÍNIO.



FONTE: Google Play: Aplicativo EleMend Tabela Periódica 3D (2024)

Para consolidar o aprendizado, os alunos foram incumbidos de cada um escolher um metal diferente um do outro. Para gerar discussões sobre como a ligação metálica influência nas propriedades únicas desses elementos, a professora elaborou uma folha que funcionou como uma espécie de roteiro, disposta no apêndice 4. Para a atividade, os alunos deveriam observar algumas propriedades como cor, densidade, pontos de fusão e ebulição, a distribuição eletrônica, a célula unitária, magnetismo, condutividade térmica, entre outros. Posteriormente, escolher um elemento não metal para comparar algumas das propriedades e tentar justificar essas diferenças, na forma de hipóteses. Na sequência, os alunos foram autorizados a pesquisarem na internet se a hipótese estava correta ou não e para ver utilidades do metal.

Não se tinha muitas expectativas da aplicação dessa aula, justamente por se tratar da ligação que normalmente é trabalhada de maneira mais superficial, porém satisfatoriamente, todos os alunos participaram ativamente da aula, e ficaram muito empolgados com a utilização do aplicativo, com relação aos pontos de fusão e ebulição, vendo deformabilidade dos elementos agitando o celular – essa interatividade do aplicativo foi descoberta na aula – achando como os átomos se arranjam espacialmente, entre outros, de acordo com a FIGURA 28.

FIGURA 28 - ALUNOS UTILIZANDO O APLICATIVO ELEMEND TABELA PERIÓDICA 3D

FONTE: A autora (2024)

Essa abordagem buscou não apenas fornecer informações, como promover a aplicação ativa dos conceitos, estimulando o pensamento crítico e a compreensão mais profunda dos princípios da ligação metálica a partir do envolvimento do aluno nos 3NCQ. O objetivo foi atingindo de forma bastante agradável, e os alunos puderam transitar nos 3 níveis de maneira satisfatória, verificando cor, brilho, maleabilidade, a organização dos átomos espacialmente, a distribuição de seus elétrons nos orbitais e associando com as notações da linguagem química, tornando o aprendizado acessível, interativo, significativo e coerente.

Como discutido no primeiro capítulo deste trabalho, as ligações metálicas são geralmente abordadas de maneira resumida no ensino básico, pois sua interpretação coerente exige um conhecimento químico mais aprofundado. No entanto, o aplicativo utilizado oferece diversas formas representacionais que permitem aos alunos visualizarem os elétrons em seus subníveis, facilitando a associação dessas informações com as propriedades dos elementos.

Na atividade, os alunos receberam uma folha em que deviam comparar as propriedades de um metal escolhido com as de um não metal. A proposta visava conectar o entendimento de que elementos metálicos, por possuírem elétrons livres, apresentam maior condutividade térmica e elétrica. Um dos alunos demonstrou essa compreensão ao responder: " Possui diferenças, o metal tem temperaturas de fusão e ebulição e condução térmica maiores por causa da ligação metálica, que ocorre com a nuvem de elétrons que permitem um trânsito rápido de calor.”

Essa abordagem permite que os alunos transitem entre os três níveis de conhecimento químico: no nível macroscópico, eles observam as propriedades físicas dos metais; no nível submicroscópico, eles entendem a estrutura eletrônica e a nuvem de elétrons nas ligações metálicas; e no nível representacional, eles utilizam o aplicativo para visualizar e conectar essas propriedades à teoria subjacente.

5.1.6 AULA 6 – Reconectando com a Química – Uma Oportunidade de Reconstruir Entendimentos

A última aula do semestre trouxe uma abordagem gamificada, utilizando elementos de jogos como meta, regras, recompensa e participação voluntária, além de um storytelling envolvente, conforme descrito na introdução do jogo:

> Em um reino distante, onde a magia e a ciência coexistem, um mal antigo despertou. O Dragão das Sombras, uma criatura imensa e poderosa, ameaça destruir todo o reino com suas chamas negras. A única esperança do povo reside em uma antiga profecia que fala de um herói que surgirá para empunhar a Espada Elemental e derrotar o dragão. A Espada Elemental, forjada pelos antigos alquimistas, possui o poder de controlar os quatro elementos primordiais: Terra, Ar, Água e Fogo. No entanto, suas gemas elementares foram espalhadas pelos reinos, cada uma guardada por um guardião elemental. Para recuperar as gemas, o herói deve provar seu conhecimento em química, especialmente sobre Ligações Químicas, em cada uma das fases elementares.

A proposta foi desenvolvida por meio de um Escape Room com quiz, pois os alunos tinham o tempo de uma aula para destruir o dragão. Foi utilizada a plataforma Genialy (FIGURA 29), que oferece alguns recursos gratuitamente e não exige que a pessoa que monta o game entenda de programação ou similares. No entanto, o relatório da aplicação do game não é gratuito, e a professora teve que acompanhar de perto o desenvolvimento dos alunos.

FIGURA 29 - INTRODUÇÃO DO ESCAPE ROOM SOBRE LIGAÇÕES QUÍMICAS

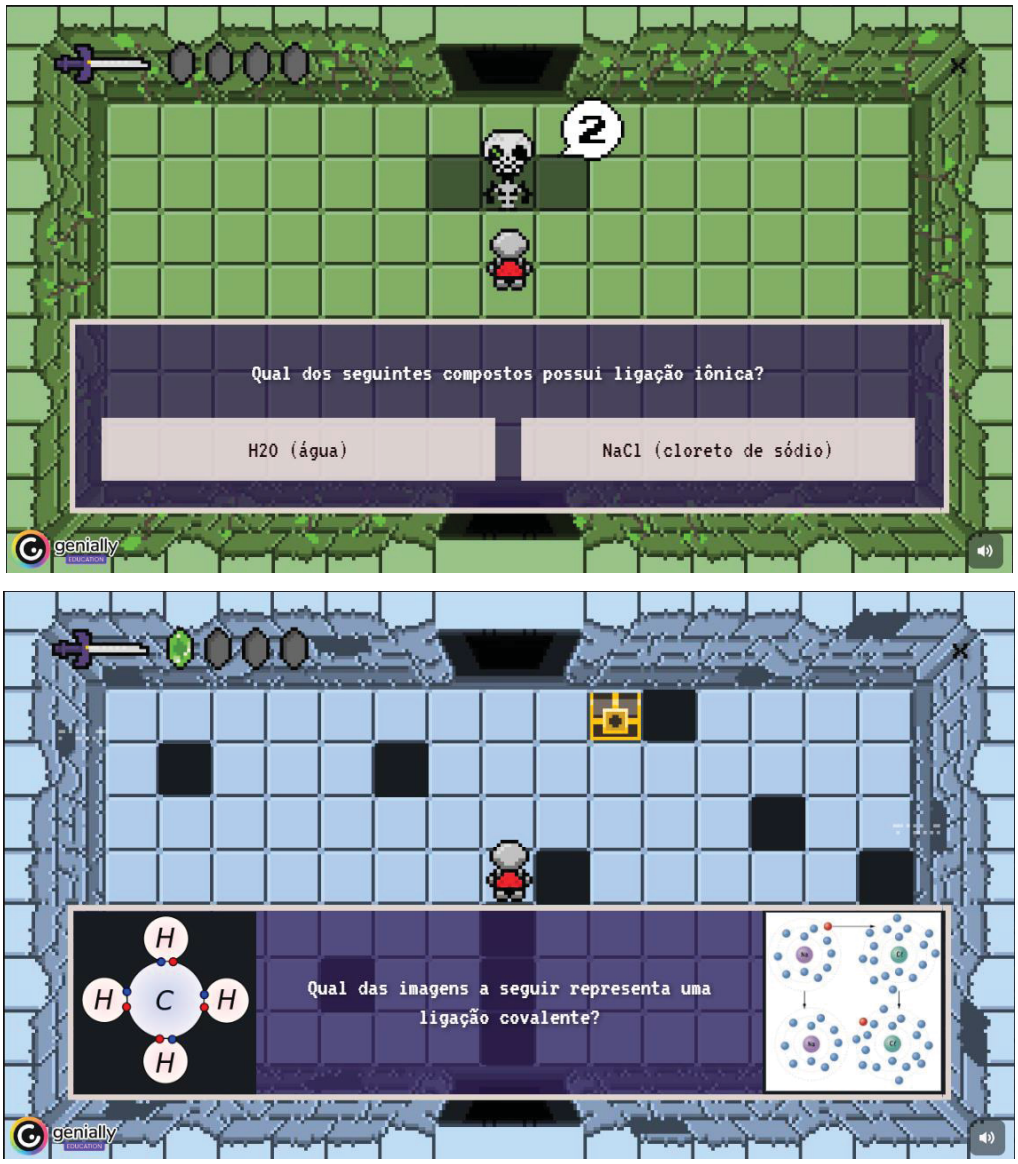
FONTE: Plataforma Genially

Como definido por Basak, Wotto e Belanger (2018), o m-learning é a aprendizagem que ocorre através de quaisquer dispositivos móveis. Para que essa aula fluísse melhor, escolheu-se trabalhar com notebooks disponibilizados pelo colégio, permitindo aos alunos uma melhor visualização e manipulação do sistema usado. Embora a atividade pudesse ter sido realizada em celulares ou tablets, a plataforma funciona melhor em computadores.

O jogo se desenvolve em quatro fases, cada uma para pegar uma gema dos quatro elementos (terra, fogo, ar e água). Cada fase conta com cinco perguntas. Na primeira fase, para adquirirem a joia da terra, os alunos deveriam responder perguntas com duas alternativas. Na fase do ar, deveriam escolher entre duas imagens a que melhor representava a questão. Na fase da água, deveriam encontrar, através da

água, a palavra que respondia à afirmação. Por fim, na última fase, a do fogo, os alunos deveriam escolher qual propriedade, dentre as três sugeridas, melhor respondia à pergunta. As fases estão dispostas na FIGURA 30.

FIGURA 30 - QUESTÕES DAS FASES TERRA, AR, ÁGUA E FOGO.



FONTE: Plataforma Genially

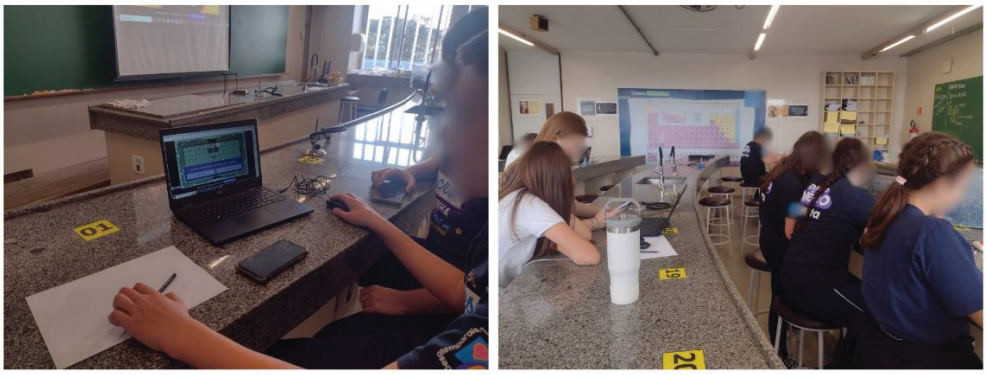
Essa estratégia foi empregada como uma avaliação dinâmica, permitindo analisar de maneira interativa e engajadora os conceitos assimilados ao longo da Série Didática M-learning-3NCQ. Proporcionou aos alunos a oportunidade de aplicar de forma prática e integrada os conhecimentos adquiridos sobre Ligações Químicas.

Ao participar do jogo, os estudantes foram desafiados a resolver enigmas e completar tarefas que exigiram a aplicação de conceitos práticos relacionados às Ligações Químicas; esse processo, além de reforçar o aprendizado teórico, permitiu a reconstrução ativa de entendimentos por meio de situações desafiadoras e contextualizadas. A gamificação ofereceu uma abordagem envolvente e lúdica, promovendo uma revisão abrangente dos temas abordados na Série Didática, além de incentivar a colaboração e o raciocínio crítico por parte dos alunos.

Como os relatórios de respostas, número de acertos e tempo de aplicação são recursos premium, a interação dos alunos com a plataforma foi acompanhada de perto. Organizados em duplas, muitos alunos conseguiram responder às perguntas tranquilamente, levando o tempo de meia aula para concluir. Das nove duplas que estavam em aula neste dia, três levaram o tempo total da aula para responder. Uma dupla tentou usar o celular para obter as respostas enquanto a docente acompanhava outras duplas; essa mesma dupla cometeu erros e demorou a aula inteira para finalizar.

As seis duplas mais rápidas demonstraram ter domínio claro do conteúdo, tendo no máximo um erro em todo o percurso do jogo. As outras duplas cometeram mais erros, o que resultou na exibição da imagem de "game over"; mesmo assim, continuaram jogando até acertarem. Os erros ocorreram principalmente nas perguntas sobre as propriedades das ligações e em algumas de modelagem, onde apareciam imagens.

FIGURA 31 - ALUNOS JOGANDO O ESCAPE ROOM DE LIGAÇÕES QUÍMICAS



FONTE: A autora (2024)

As fases do jogo foram cuidadosamente elaboradas para garantir que todos os três níveis de conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e representacional) fossem abordados de forma integrada. Para isso, foram incorporadas representações de modelos de ligações, imagens de condutividade elétrica, fórmulas moleculares, e outras ilustrações pertinentes. Esses elementos foram selecionados para facilitar a análise dos alunos sobre a associação entre as representações visuais e as questões propostas, permitindo que aplicassem o conhecimento adquirido em diferentes contextos.

A fluidez nas respostas dos alunos durante o jogo indica que eles conseguiram transitar eficazmente entre os níveis de compreensão química. Esse sucesso sugere que a metodologia empregada não apenas reforçou o entendimento dos conceitos, mas também promoveu a habilidade dos alunos em correlacionar diferentes formas de representação e aplicá-las de maneira coerente às questões apresentadas. A experiência interativa proporcionada pelo jogo, aliada ao uso de TDIC, facilitou o diálogo, a colaboração e a reflexão crítica, elementos essenciais para o ensino e aprendizagem.

Ademais, ao término da aplicação da Série Didática em meio a tecnologia, acredita-se que o uso das TDIC foi fundamental para alcançar, mesmo que minimamente, a transição dos alunos pelos três níveis, pois elas oferecem ferramentas de exploração mais interativa e atrativa. O M-learning foi uma abordagem indispensável e poderosa, possibilitando com que os alunos interagissem com as simulações de forma muito dinâmica. A utilização das duas oferece um recurso promissor para a educação em química, lembrando que este deve ser feito de maneira bem planejada pensando em cada realidade escolar.

5.2 ESTUDO QUANTITATIVO: ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DO QUESTIONÁRIO

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir de uma análise estatística das respostas ao questionário aplicado a 24 estudantes, dos quais 11 são do gênero masculino e 14 do gênero feminino, com idade média de 15 anos. Em relação às áreas de interesse, 10 alunos demonstraram preferência pelas Ciências da Natureza, 10 pela Matemática e 4 pela área de Humanas. Quanto ao interesse pela disciplina de Química, 1 aluno mostrou baixo interesse, 9 revelaram interesse moderado, 11 afirmaram ter interesse levemente alto e 3 alunos disseram ter alto interesse.

O questionário, composto por 14 afirmações classificadas de A à N, conforme o QUADRO 4, visou avaliar à luz das percepções dos alunos, o impacto da série didática no desenvolvimento das habilidades dos alunos, especificamente no entendimento dos 3NCQ em ligações químicas, por meio do uso de m-learning. Os dados foram constituídos utilizando a escala de Likert, que permitiu aferir o grau de concordância dos participantes em relação a diversas afirmações sobre o tema

proposto. As respostas foram classificadas em uma escala de 1 a 4, sendo: 1 - discordo totalmente, 2 - discordo, 3 - concordo, e 4 - concordo totalmente.

Os dados gerados sobre a perspectiva dos alunos em relação ao uso de dispositivos móveis para aprendizagem nos 3NCQ, a partir do formulário no Google Forms, foram compilados em uma planilha no Excel e tratados no software SPSS, versão 20. A confiabilidade das respostas fora verificada por meio do cálculo do coeficiente Alfa de Cronbach, a normalidade foi feita com os testes de Kolmogorov-Smirnov (K-S) e de Shapiro-Wilk (S-W). A partir dos resultados dos testes mencionados, utilizou-se dois testes não paramétricos para a análise estatística das variáveis, sendo o Mann-Whitney U para 2 grupos e o Kruskal Wallis para 3 grupos.

QUADRO 4 - CLASSIFICAÇÃO DAS ASSERTIVAS DO QUESTIONÁRIO.

Perguntas assertivas	Código
O uso de aplicativos facilitou a compreensão dos conceitos	A
A utilização de dispositivos móveis durante as aulas aumentou meu interesse pela disciplina de química.	B
A aula com uso de aplicativos seria suficiente para o entendimento das ligações químicas e suas propriedades.	C
A interatividade proporcionada pelos aplicativos e fazer as atividades em grupo contribuiu para um melhor entendimento dos conteúdos.	D
Os recursos tecnológicos utilizados tornaram as aulas mais dinâmicas e envolventes, me deixando mais confiante em responder questões sobre ligações químicas.	E
A utilização de aplicativos para aprender química é essencial nos dias de hoje e, portanto, recomendaria o uso de aplicativos para outros alunos que estão aprendendo sobre ligações químicas.	F
Os aplicativos me ajudaram a visualizar melhor as estruturas moleculares.	G
O uso de tecnologias durante as aulas me ajudou a compreender sobre as ligações fazendo entender melhor a parte microscópica (que não é possível ser vista), macroscópica (as propriedades que as substâncias possuem) e simbólica (representação dos compostos por fórmulas químicas).	H
A combinação de diferentes aplicativos e tecnologias na aula me ajudou a conectar a descrição macroscópica dos fenômenos químicos com as explicações microscópicas e as representações simbólicas.	I
As ferramentas tecnológicas empregadas na aula tornaram mais fácil para mim interpretar e utilizar as fórmulas químicas e equações que representam as ligações químicas.	J
Os aplicativos e as tecnologias utilizados durante a aula facilitaram minha visualização de como os átomos se ligam e interagem a nível microscópico.	K

A aula com tecnologia me ajudou a entender como as ligações químicas influenciam as propriedades físicas e químicas observáveis dos materiais.	L
A aula me proporcionou uma melhor compreensão de como interpretar e manipular símbolos e notações químicas para representar diferentes tipos de ligações químicas.	M
O uso de software específico para desenhar estruturas químicas e reações simbólicas me ajudou a entender melhor a notação química e a sua aplicação em problemas reais.	N

FONTE: A autora (2024)

5.2.1 Alfa Cronbach

O Alfa de Cronbach, de acordo como Freitas e Rodrigues (2005) o teste foi apresentado por Lee J. Cronbach, em 1951, é usado como estimador de confiabilidade, expressando se o instrumento utilizado, neste caso o questionário, é válido ou não (Freitas; Rodrigues, 2005). O teste mede a correlação entre as respostas dos respondentes, verificando se há consistência entre as respostas, por isso existe a correlação item a item, para ver qual é a relação que está acontecendo de uma assertiva com a outra, traçando a validade ou não deste instrumento, apesar da pequena amostra a pesquisa tem caráter exploratória, o que não invalida o uso do teste. Este índice utiliza valores de 0 a 1, e Christmann (2006) menciona que valores de 0,7 ou 0,75 são frequentemente utilizados como limites de corte para considerar a confiabilidade do teste; valores abaixo de 0,7 são considerados ruins e valores acima de 0,7 são considerados bons. O limite máximo é 1, ou seja, quanto mais próximo do 1, maior é a confiabilidade do questionário como um instrumento de constituição de dados.

Sendo assim, o valor de Alfa de Cronbach obtido nessa pesquisa demonstra que o instrumento é válido e com alto grau de consistência interna entre os itens do questionário, já que o valor encontrado foi de 0,902 como descrito na TABELA 3.

TABELA 3 - VALOR NUMÉRICO DO TESTE DE CRONBACH DOS DADOS DO QUESTIONÁRIO

Estatísticas de confiabilidade		
Cronbach's Alpha	Alfa de Cronbach baseado em itens padronizados	Nº
0,901	0,902	14

FONTE: A autora (2024)

Pode-se inferir que as perguntas elaboradas medem de forma comum a percepção que os alunos têm em relação a utilização dos dispositivos móveis para a

aprendizagem das ligações químicas em relação aos 3NCQ, ou seja, estão alinhadas com um dos objetivos de estudo desse trabalho.

Um dado interessante a ser observado na TABELA 4 e 5 de correlação entre itens é a relação entre as perguntas C ("A aula com uso de aplicativos seria suficiente para o entendimento das Ligações Químicas e suas propriedades") e G ("Os aplicativos me ajudaram a visualizar melhor as estruturas moleculares"). A correlação zero entre essas perguntas indica que não há relação direta entre as respostas. Isso sugere que os alunos que consideraram os aplicativos úteis para visualizar estruturas moleculares não necessariamente acreditam que apenas as aulas com esses recursos seriam suficientes para compreender plenamente as ligações químicas, visto que a afirmação C foca na suficiência dos aplicativos para o entendimento total dos conceitos químicos, e a assertiva G foca no auxílio a visualização dos modelos. Portanto, os alunos veem qualidade na utilização dos aplicativos para a visualização de conceitos químicos nos 3NCQ, mas possuem a percepção de que somente a plataforma não torna completo o aprendizado.

TABELA 4 - VALORES DE RELAÇÃO ITEM A ITEM A AO G ALFA DE CRONBACH

Matriz de correlação entre itens A ao G							
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**
A	1,000	0,736	0,480	0,444	0,294	0,494	0,068
B	0,736	1,000	0,432	0,399	0,263	0,405	0,101
C	0,480	0,432	1,000	-0,152	-0,036	0,271	0,000
D	0,444	0,399	-0,152	1,000	0,624	0,451	0,389
E	0,294	0,263	-0,036	0,624	1,000	0,520	0,552
F	0,494	0,405	0,271	0,451	0,520	1,000	0,204
G	0,068	0,101	0,000	0,389	0,552	0,204	1,000
H	0,381	0,281	-0,183	0,614	0,650	0,534	0,300
I	0,479	0,504	0,234	0,495	0,552	0,409	0,100
J	0,334	0,206	-0,108	0,558	0,552	0,569	0,515
K	0,772	0,657	0,325	0,469	0,437	0,482	0,044
L	0,621	0,672	0,298	0,396	0,300	0,689	0,255
M	0,640	0,605	0,501	0,243	0,369	0,488	0,033
N	0,368	0,479	0,177	0,490	0,437	0,330	0,207

FONTE: A autora (2024)

TABELA 5 - VALORES DE RELAÇÃO ITEM A ITEM H AO N ALFA DE CRONBACH

Matriz de correlação entre itens H ao N							
	H	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**
A	0,381	0,479	0,334	0,772	0,621	0,640	0,368
B	0,281	0,504	0,206	0,657	0,672	0,605	0,479
C	-0,183	0,234	-0,108	0,325	0,298	0,501	0,177
D	0,614	0,495	0,558	0,469	0,396	0,243	0,490
E	0,650	0,552	0,552	0,437	0,300	0,369	0,437
F	0,534	0,409	0,569	0,482	0,689	0,488	0,330
G	0,300	0,100	0,515	0,044	0,255	0,033	0,207
H	1,000	0,514	0,483	0,254	0,310	0,304	0,558
I	0,514	1,000	0,317	0,439	0,340	0,594	0,496
J	0,483	0,317	1,000	0,246	0,578	0,377	0,352
K	0,254	0,439	0,246	1,000	0,554	0,597	0,300
L	0,310	0,340	0,578	0,554	1,000	0,678	0,404
M	0,304	0,594	0,377	0,597	0,678	1,000	0,607
N	0,558	0,496	0,352	0,300	0,404	0,607	1,000

FONTE: A autora (2024)

5.2.2 Teste de Normalidade

O próximo teste aplicado foi o de normalidade, que visa apresentar se a distribuição de dados do questionário segue uma distribuição normal (isto é, uma distribuição simétrica em forma de sino). Esse teste é fundamental para a escolha adequada das análises estatísticas subsequentes: caso a distribuição seja normal, utiliza-se um teste paramétrico; caso contrário, opta-se por um teste não paramétrico, mais apropriado para dados que não seguem essa distribuição. Os dados do questionário foram tratados a partir dos testes de Kolmogorov-Smirnov (K-S) e de Shapiro-Wilk (S-W), que resultam o nível de significância dada pela letra "*p*", que indica a probabilidade de que os dados sigam uma distribuição normal. Ao se encontrar um valor de *p* maior que 0,05, essa é uma hipótese nula, ou seja, não há nenhuma diferença estatística no grupo estudado; se o valor de *p* for menor que 0,05, tem-se uma hipótese alternativa, pois a probabilidade de os dados serem normais é muito pequena; logo, há uma diferença estatística a ser analisada (Ferreira; Patino, 2015).

A Tabela 6 apresenta os resultados desses testes para cada item do questionário, identificados pelas letras A à N. Nela, estão descritos os seguintes elementos:

- Statistic: valor da estatística do teste (K-S ou S-W);
- df (degrees of freedom): número de graus de liberdade, que neste caso corresponde ao número de respondentes (24);

- Significância (p): valor de p calculado para cada item, que indica se os dados daquele item seguem (ou não) uma distribuição normal.

TABELA 6 - VALORES DE SIGNIFICÂNCIA NO TESTE DE NORMALIDADE

Testes de normalidade						
	Teste Kolmogorov-Smirnov[a]			Teste Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Significância (p)	Statistic	df	Significância (p)
A	0,265	24	0,000	0,795	24	0,000
B	0,301	24	0,000	0,792	24	0,000
C	0,283	24	0,000	0,864	24	0,004
D	0,302	24	0,000	0,789	24	0,000
E	0,255	24	0,000	0,810	24	0,000
F	0,271	24	0,000	0,840	24	0,001
G	0,359	24	0,000	0,716	24	0,000
H	0,292	24	0,000	0,736	24	0,000
I	0,292	24	0,000	0,796	24	0,000
J	0,246	24	0,001	0,809	24	0,000
K	0,286	24	0,000	0,779	24	0,000
L	0,291	24	0,000	0,818	24	0,001
M	0,267	24	0,000	0,829	24	0,001
N	0,271	24	0,000	0,820	24	0,001

FONTE: A autora (2024)

Diante dos dados estatísticos presentes na tabela de normalidade, nota-se que os valores de *p* são menores que 0,05, ou seja, existe uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, o que quer dizer que os dados não apresentem distribuição normal. Isso indica que a análise das variáveis deverá ser realizada por meio de um teste não paramétrico.

5.2.3 Teste não paramétrico Mann-Whitney U

Como a normalidade não foi atingida, para trabalhar com as variáveis gênero e idade foi utilizado o teste não paramétrico Mann-Whitney, que não supõe nada sobre a distribuição dos dados constituídos, ou seja, é indicado para a análise de dois grupos de amostras independentes para comparar a diferença entre eles, equivalente ao teste t de Student para testes paramétricos. O teste Mann-Whitney U avalia se as percepções de uma população tendem a ser maiores ou menores que as de outra população, sendo utilizado também devido ao tamanho da amostra. No teste de Mann-Whitney não se trabalha com média, mas com rankings (Mattar, Ramos; 2021).

Quando são analisados os dados da variável gênero, dividida em feminino e masculino, observa-se rankings muitos próximos em todas as assertivas, sendo estas

muito similares; logo, pode-se inferir que não há diferença substancial em sua magnitude, consequentemente isso refletirá nos valores se significância, sendo p > 0,05, observados na TABELAS 7 e 8.

TABELA 7 - VALORES DE RANKINGS NO TESTE DE MANN-WHITNEY PARA OS DADOS DE GÊNERO.

Assertiva	Gênero	N	Rank Médio	Soma dos Ranks
A	M	11	12,95	142,50
	F	13	12,12	157,50
B	M	11	13,50	148,50
	F	13	11,65	151,50
C	M	11	11,14	122,50
	F	13	13,65	177,50
D	M	11	13,95	153,50
	F	13	11,27	146,50
E	M	11	14,27	157,00
	F	13	11,00	143,00
F	M	11	13,27	146,00
	F	13	11,85	154,00
G	M	11	13,05	143,50
	F	13	12,04	156,50
H	M	11	12,91	142,00
	F	13	12,15	158,00
J	M	11	12,50	137,50
	F	13	12,50	162,50
J	M	11	12,09	133,00
	F	13	12,85	167,00
K	M	11	14,77	162,50
	F	13	10,58	137,50
L	M	11	13,00	143,00
	F	13	12,08	157,00
M	M	11	11,05	121,50
	F	13	13,73	178,50
N	M	11	12,82	141,00
	F	13	12,23	159,00

FONTE: A autora (2024)

TABELA 8 - DADOS DO TESTE DE MANN-WHITNEY PARA A VARIÁVEL DE AGRUPAMENTO GÊNERO

	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**
U	66,500	60,500	56,500	55,500	52,000	63,000	65,500

W	157,500	151,500	122,500	146,500	143,000	154,000	156,500
p	0,756	0,471	0,347	0,315	0,218	0,593	0,691
	H	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**
U	67,000	71,500	67,000	46,500	66,000	55,500	68,000
W	158,000	162,500	133,000	137,500	157,000	121,500	159,000
p	0,771	1,000	0,778	0,116	0,724	0,325	0,825

Legenda: U: Mann-Whitney U; W: Wilcoxon W.

FONTE: A autora (2024)

Ao analisar a significância do agrupamento por gênero, todos os valores de "*p*" foram superiores a 0,05, indicando que não há diferença estatisticamente significativa para esta variável.

De maneira semelhante, a análise da variável idade, que fora dividido em 15 anos e outro, revelou um padrão consistente, com rankings próximos e valores de "*p*" maiores que 0,05, não se identificando diferença estatisticamente significativa nesta variável (TABELAS 9 e 10).

TABELA 9 - VALORES DE RANKINGS NO TESTE DE MANN-WHITNEY PARA IDADE.

	Idade	N	Rank médio	Soma dos Ranks
A	Outro	4	11,88	47,50
	15 anos	20	12,63	252,50
B	Outro	4	11,50	46,00
	15 anos	20	12,70	254,00
C	Outro	4	12,00	48,00
	15 anos	20	12,60	252,00
D	Outro	4	14,00	56,00
	15 anos	20	12,20	244,00
E	Outro	4	14,13	56,50
	15 anos	20	12,18	243,50
F	Outro	4	13,88	55,50
	15 anos	20	12,23	244,50
G	Outro	4	10,75	43,00
	15 anos	20	12,85	257,00
H	Outro	4	11,63	46,50
	15 anos	20	12,68	253,50
I	Outro	4	12,50	50,00
	15 anos	20	12,50	250,00
J	Outro	4	12,88	51,50
	15 anos	20	12,43	248,50
K	Outro	4	14,00	56,00
	15 anos	20	12,20	244,00
L	Outro	4	16,00	64,00
	15 anos	20	11,80	236,00
M	Outro	4	14,38	57,50
	15 anos	20	12,13	242,50
N	Outro	4	11,13	44,50

15 anos	20	12,78	255,50

FONTE: A autora (2024)

TABELA 10 - DADOS DO TESTE DE MANN-WHITNEY PARA A VARIÁVEL DE AGRUPAMENTO IDADE

	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**
U	37,500	36,000	38,000	34,000	33,500	34,500	33,000
W	47,500	46,000	48,000	244,000	243,500	244,500	43,000
Z	0,208	0,350	0,167	0,504	0,548	0,463	0,620
p	0,835	0,726	0,867	0,615	0,583	0,643	0,535
	H	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**
U	36,500	40,000	38,500	34,000	26,000	32,500	34,500
W	46,500	250,000	248,500	244,000	236,000	242,500	44,500
Z	0,302	0,000	0,126	0,505	1,201	0,616	0,466
p	0,762	1,000	0,900	0,614	0,230	0,538	0,642

Legenda: U: Mann-Whitney; W: Wilcoxon.

FONTE: A autora (2024)

O teste de Mann-Whitney indica que, independentemente dos grupos categorizados por gênero e idade, não há diferenças estatisticamente significativas nas respostas. Isso sugere que os participantes apresentam níveis semelhantes de concordância ou discordância em relação às afirmações analisadas. A ausência de diferenças significativas pode indicar que a implementação da série didática foi percebida de maneira uniforme entre os grupos avaliados.

5.2.4 Teste não-paramétrico Kruskal Wallis

Seguindo a ideia de análise de dados que não acompanham a distribuição normal, mas agora para uma amostra de 3 grupos ou mais, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal Wallis, que serve como alternativa ao teste ANOVA, utilizado para dados paramétricos (Mattar, Ramos; 2021). A variável área de interesse foi dividida em Ciências da Natureza, Matemática e Ciências Humanas, a variável interesse em química foi classificada em baixo, moderado, levemente alto e alto. As tabelas (11 e 13) a seguir mostram que, assim como nas variáveis analisadas no teste Mann-Whitney, os valores de ranking ficaram próximos e os valores de significância maiores que 0,05.

TABELA 11 - VALORES DE RANKINGS NO TESTE DE KRUSKAL WALLIS PARA OS DADOS DE ÁREA DE INTERESSE

	Área	N	Rank médio
	CN	10	11,95
A	Mat	10	12,35
	Hum	4	14,25
	CN	10	12,60
B	Mat	10	11,80
	Hum	4	14,00
	CN	10	11,70
C	Mat	10	13,40
	Hum	4	12,25
	CN	10	11,15
D	Mat	10	13,80
	Hum	4	12,63
	CN	10	11,90
E	Mat	10	12,45
	Hum	4	14,13
	CN	10	11,70
F	Mat	10	13,55
	Hum	4	11,88
	CN	10	11,50
G	Mat	10	12,60
	Hum	4	14,75
	CN	10	12,35
H	Mat	10	12,45
	Hum	4	13,00
	CN	10	12,50
I	Mat	10	12,50
	Hum	4	12,50
	CN	10	10,35
J	Mat	10	14,50
	Hum	4	12,88
	CN	10	11,70
K	Mat	10	12,70
	Hum	4	14,00
	CN	10	11,20
L	Mat	10	13,40
	Hum	4	13,50
	CN	10	11,00
M	Mat	10	14,40
	Hum	4	11,50
	CN	10	12,05
N	Mat	10	13,50
	Hum	4	11,13

FONTE: A autora (2024)

TABELA 12 - DADOS DO TESTE DE KRUSKAL WALLIS PARA A VARIÁVEL DE AGRUPAMENTO ÁREA DE INTERESSE

	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**
C	0,358	0,358	0,345	0,826	0,337	0,448	0,793
df	2	2	2	2	2	2	2
p	0,836	0,836	0,842	0,662	0,845	0,799	0,673
	H	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**
C	0,031	0,000	2,031	0,373	0,711	1,409	0,468
df	2	2	2	2	2	2	2
p	0,985	1,000	0,362	0,830	0,701	0,494	0,791

Legenda: C: Chi-Square.

FONTE: A autora (2024)

TABELA 13 - VALORES DE RANKINGS NO TESTE DE KRUSKAL WALLIS PARA OS DADOS DE GRAU DE INTERESSE EM QUÍMICA.

	Interesse	N	Rank médio
A	Baixo	1	4,00
	Moderado	9	15,83
	Levemente Alto	11	10,14
	Alto	3	14,00
B	Baixo	1	2,50
	Moderado	9	14,83
	Levemente Alto	11	11,68
	Alto	3	11,83
C	Baixo	1	5,50
	Moderado	9	12,83
	Levemente Alto	11	12,41
	Alto	3	14,17
D	Baixo	1	4,00
	Moderado	9	14,89
	Levemente Alto	11	10,50
	Alto	3	15,50
E	Baixo	1	11,50
	Moderado	9	12,78
	Levemente Alto	11	11,77
	Alto	3	14,67
F	Baixo	1	11,50
	Moderado	9	13,78
	Levemente Alto	11	10,09
	Alto	3	17,83
G	Baixo	1	6,50
	Moderado	9	14,50
	Levemente Alto	11	11,05
	Alto	3	13,83
H	Baixo	1	7,50
	Moderado	9	14,22
	Levemente Alto	11	10,91

I	Alto	3	14,83
	Baixo	1	12,50
	Moderado	9	13,56
	Levemente Alto	11	12,50
J	Alto	3	9,33
	Baixo	1	9,50
	Moderado	9	13,61
	Levemente Alto	11	10,86
K	Alto	3	16,17
	Baixo	1	9,00
	Moderado	9	15,67
	Levemente Alto	11	9,95
L	Alto	3	13,50
	Baixo	1	11,00
	Moderado	9	16,56
	Levemente Alto	11	8,82
M	Alto	3	14,33
	Baixo	1	11,50
	Moderado	9	13,06
	Levemente Alto	11	11,64
N	Alto	3	14,33
	Baixo	1	10,50
	Moderado	9	12,17
	Levemente Alto	11	11,68
	Alto	3	17,17

FONTE: A autora (2024)

TABELA 14 - DADOS DO TESTE DE KRUSKAL WALLIS PARA A VARIÁVEL DE AGRUPAMENTO INTERESSE EM QUÍMICA.

	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**
C	5,555	4,030	1,366	4,570	0,513	3,893	2,629
df	3	3	3	3	3	3	3
p	0,135	0,258	0,714	0,206	0,916	0,273	0,452
	H	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**
C	2,385	1,022	2,103	4,170	7,588	0,497	1,856
df	3	3	3	3	3	3	3
p	0,496	0,796	0,551	0,244	0,055	0,920	0,603

Legenda: C: Chi-Square.

FONTE: A autora (2024)

Os dados obtidos indicam nas TABELAS 12 e 14 não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos nessas categorias. Mesmo que o interesse pela área de exatas e pela química apresente variação considerável, é possível inferir que as percepções dos estudantes quanto ao uso de aplicativos para

visualização e a dinamicidade na aprendizagem de ligações químicas foram semelhantes. Isso sugere que a série didática teve um impacto homogêneo, indicando que a metodologia baseada no m-learning foi eficaz em atingir os objetivos da pesquisa sem favorecer ou prejudicar grupos específicos.

Embora não haja dados discrepantes, o que poderia ser esperado, dada a diferença nos interesses, e resultaria em diferentes discussões, é ver a homogeneidade de maneira positiva. Afinal, ela sugere que o uso de tecnologias móveis na sala de aula para o ensino de ligações químicas foi acessível e significativo para alunos de perfis variados considerando as categorias trabalhadas. Isso pode estar relacionado, conforme Kenski (2007), ao comportamento, pois quanto o individual quanto o social são influenciados pela evolução tecnológica e que, ao acompanhar essa evolução, transformamos as relações de saber, melhorando a qualidade das aulas. Assim, até mesmo os alunos com menor interesse em química demonstraram uma apreciação pela disciplina, devido como ocorreu o desenvolvimento das atividades com o uso de tecnologias. Um ponto adicional é que os alunos escolheram a disciplina voluntariamente, o que pode indicar uma inclinação positiva em relação à química, mesmo entre aqueles de diferentes áreas de interesse.

Na etapa de estatística descritiva, o objetivo foi analisar com mais profundidade as respostas do questionário. Para isso, foram calculadas diferentes medidas que ajudam a compreender a distribuição dos dados obtidos. As análises incluíram os seguintes indicadores: mediana, desvio padrão, valores mínimo e máximo, além dos percentis 25% (Q1), 50% (Q2) e 75% (Q3). Esses dados foram apresentados para cada uma das afirmativas do questionário, permitindo uma visão mais detalhada da variação das respostas entre os participantes.

TABELA 15 - DADOS DE ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS ASSERTIVAS.

		A	B	C	D	E	F	G
Mediana		3	3	3	3,5	3	3	4
Desvio padrão		0,963	0,654	0,847	0,932	0,717	0,806	0,659
Mínimo		1	2	1	1	2	1	2
Máximo		4	4	4	4	4	4	4
Percentis	25	3	3	2	2,25	3	3	3
	50	3	3	3	3,5	3	3	4
	75	4	3,75	3	4	4	4	4
		H	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**
Mediana		3,5	3	3	3	3	3	3
Desvio padrão		0,770	0,659	0,833	0,751	0,776	0,999	0,797
Mínimo		1	2	1	2	1	1	1
Máximo		4	4	4	4	4	4	4
Percentis	25	3	3	3	3	3	2,25	3
	50	3,5	3	3	3	3	3	3
	75	4	3	4	4	4	4	4

FONTE: A autora (2024).

Mattar e Ramos (2021) descrevem a mediana como uma medida de tendência central, sendo comumente a mais utilizada, informando qual é o ponto central e onde se concentra a maior parte da distribuição dos dados. Nos dados, pode-se perceber que a maioria das medianas está em torno de 3, sugerindo uma tendência para respostas de concordância parcial com as afirmações, indicando que no geral os estudantes possuem uma visão positiva sobre o uso de tecnologias para o ensino de ligações químicas, mas possuem algumas variações dependendo da assertiva.

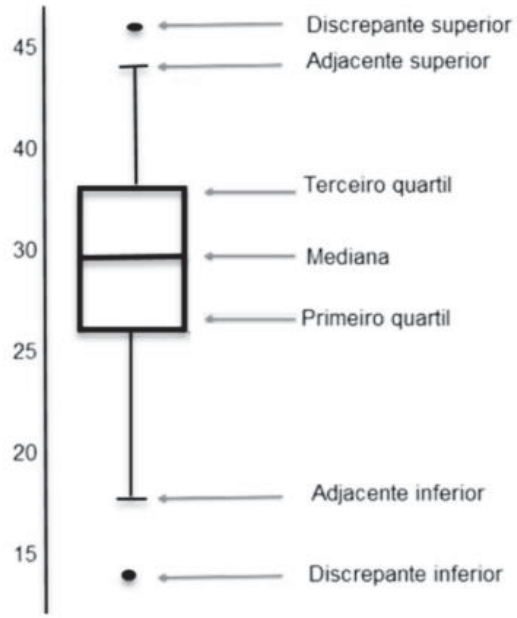
A medida de desvio padrão mostra a possível dispersão dos dados, revelando o que acontece com os dados que estão entre o grau mínimo e máximo, ou seja, o quanto varia em relação à mediana, fazendo perceber a homogeneidade dos dados (Mattar, Ramos; 2021). Nas assertivas, o desvio varia bastante; os maiores valores (como em A, D e M) indicam que houve maior diversidade nas respostas dos alunos; logo, quando se observa quanto ao uso de aplicativos para auxiliar na compreensão das Ligações Químicas, interatividade em grupo proposta pelos aplicativos e interpretação e manipulação de símbolos e notações químicas para representar diferentes tipos de Ligações Químicas, tem-se uma variabilidade de respostas pelos participantes.

A maioria das assertivas tem valores de máximo e mínimo variando de 1 a 4, indicando que para essas afirmativas teve pelo menos um aluno que discorda

completamente e pelo menos um que concorda totalmente, levando a reflexão que mesmo que a série tenha sido bem recebida, algumas percepções são mistas.

Todas essas percepções podem ser melhor discutidas quando se analisa o gráfico de Boxplot, no qual são observadas as medidas de medianas, as amplitudes entre mínimo e máximo e as medidas de quartis, importantes para representar a variação do conjunto de dados. A mediana divide os dados em dois, ou seja, 50%. Os quartis dividem cada metade da mediana, separando em quatro partes de 25% dos dados, e o intervalo entre quartis se dá entre o primeiro e o terceiro quartil (50% dos valores), conforme FIGURA 32.

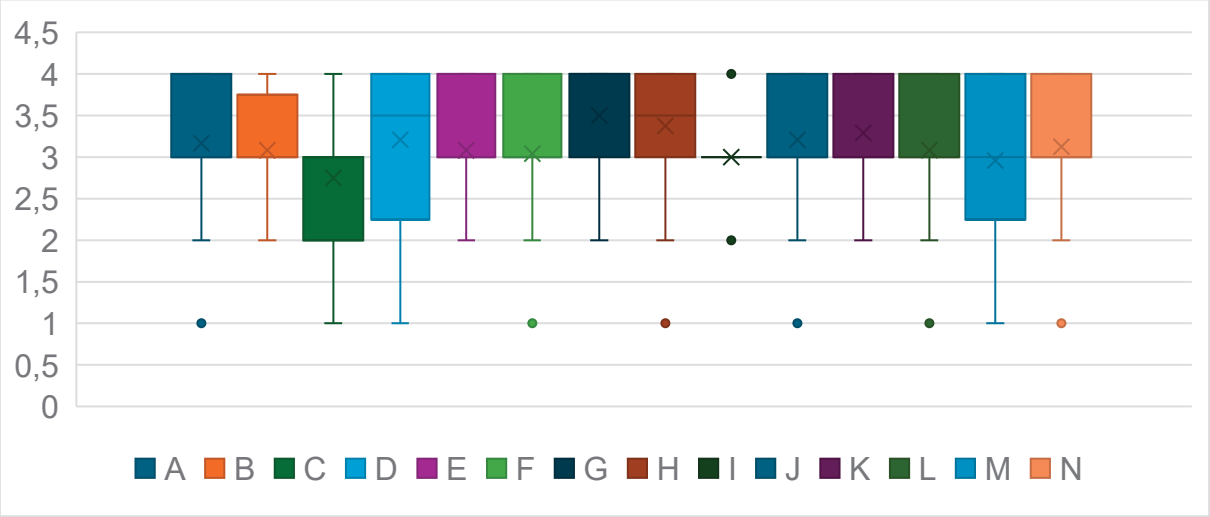
FIGURA 32 - OS COMPONENTES DO DIAGRAMA DE BOXPLOT.



FONTE: Mattar e Ramos (2021).

O gráfico do tipo Boxplot se torna útil para compreender como fica a distribuição de dados dos diferentes grupos estudados, ao possibilitar que seja observado de forma rápida as variações de centralidade e as dispersões dos dados. Interpretando junto dos valores dos dados de análise descritiva, pode-se entender como os diferentes grupos respondem a uma das afirmativas, verificando se há discrepância significativa entre eles. A partir dos valores obtidos no questionário foi plotado o gráfico de Boxplot, onde se analisa as percepções sobre a utilização de aplicativos para o aprendizado de ligações químicas, apresentado no GRÁFICO 1.

GRÁFICO 1 - OS COMPONENTES DO DIAGRAMA DE BOXPLOT

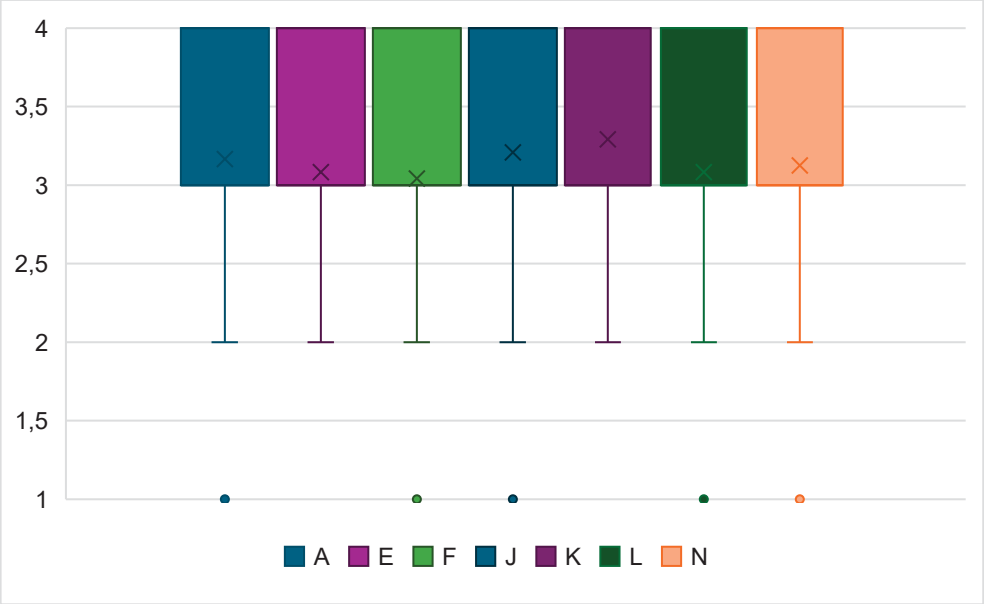


FONTE: A autora (2024).

Os pontos extremos, que estão fora da curva, nas afirmativas A, F, H, I, J, L e N, são chamados de *outliers*. No caso dessa pesquisa, representam aqueles alunos que se distanciam do pensamento dos demais. Esses dados são considerados desprezíveis por estarem fora do padrão esperado e não refletirem o comportamento geral do grupo; sua exclusão não compromete a validade das análises, pois o objetivo principal é compreender as tendências coletivas e não as individualidades discrepantes.

Como será desconsiderado os pontos de *outliers,* analisando o GRÁFICO 2 das assertivas A, E, F, J, K, L e N, pode-se afirmar que estes são iguais, lembrando que se fosse investigado os dados a partir da TABELA 15, os valores de mínimo e máximo entre as afirmativas não seriam idênticos, pois nele entram os dados fora da curva (*outliers).* Assim, para cada conjunto de assertivas com distribuição semelhante (mediana e percentis), faz-se uma discussão individual.

GRÁFICO 2 - BOXPLOT DAS AFIRMATIVAS A, E, F, J, K, L e N.



FONTE: A autora (2024)

Graficamente, observa-se que os valores de mínimo para todos é igual a 2 e os valores de máximo é igual a 4. As medianas, representadas pelo ponto central do gráfico, são iguais a 3. Isso indica que 50% dos dados estão concentrados em torno do nível de concordância "concordo". O primeiro quartil, que compreende aos 25% inferiores, abrange os níveis entre 2 e 3, sugerindo que esse grupo de estudantes está distribuído entre "discordo" e "concordo". Já os 75% restantes se encontram em níveis de concordância, sendo 25% no nível "concordo", 25% entre "concordo" e "concordo totalmente", e os últimos 25% em "concordo totalmente". Essa distribuição demonstra uma tendência clara de concordância com as afirmativas analisadas, com pouca dispersão entre os extremos.

No entanto, apesar das afirmativas terem as mesmas medianas os desvios-padrões se diferenciam, “A” por exemplo é a que tem maior desvio-padrão, consequentemente a percepção dos discentes tem uma dispersão mais significativa se distanciando da mediana, seguido das afirmativas “J” e “F”, os desvios-padrão podem ser úteis para identificar tópicos que demandam investigação adicional.

Embora as assertivas analisem condições diferentes, elas foram percebidas de maneira igualitária. Um destaque é a palavra “facilita”, presente em quatro das sete afirmativas (A, J, K e L) abordando como o uso de aplicativos contribui para facilitar a compreensão de conceitos, a visualização no campo microscópico, a observação no macroscópico e o entendimento no nível simbólico. É interessante notar que essas

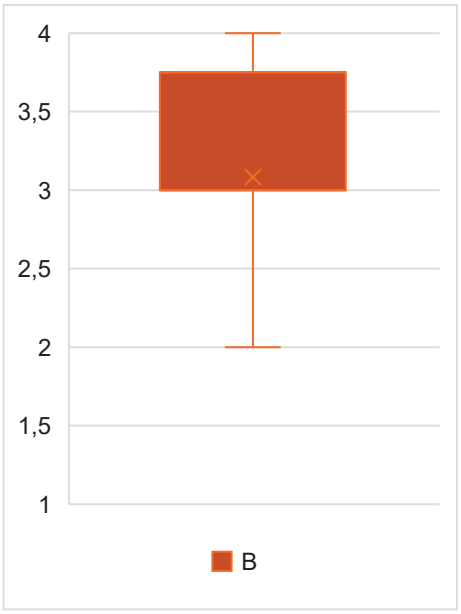
quatro afirmativas apresentaram os mesmos resultados estatísticos, reforçando a premissa da pesquisa, o entendimento de química deve transitar pelos 3NCQ como defendido por Johnstone (1991) com o apoio do M-learning, que ajusta as novas metodologias de ensino atendendo as particularidades de cada aluno, possibilitando uma experiência de aprendizado personalizada e significativa. Essa homogeneidade destaca a relevância desse método para a aprendizagem.

Além disso, outros aspectos abordados nas assertivas proporcionaram resultados similares, como o impacto positivo no dinamismo das aulas, no aumento da confiança dos alunos e na capacidade de aplicar o nível simbólico em situações cotidianas. Isso reforça a ideia de que o uso de aplicativos não apenas é eficiente, como também é essencial e recomendável para outros estudantes no aprendizado de ligações químicas.

A análise gráfica da assertiva B no GRÁFICO 3, indica um valor mínimo de 2 e um valor máximo de 4. A mediana, similar às demais assertivas, apresenta o valor de 3. O primeiro quartil abrange os graus 2 e 3, representando 25% dos respondentes com respostas situadas entre discordância e concordância. Outros 25% concentram-se na mediana, no grau 3, caracterizando um nível de concordância. O terceiro quartil varia entre os graus 3 e 3,75, enquanto os últimos 25% dos respondentes estão entre os graus 3,75 e 4. Assim, pode-se afirmar que 50% dos respondentes estão em um nível de concordância (3 – 3,75), sem alcançar plena concordância.

A ausência de percentis na faixa de discordância total e discordância, combinada com mais de 50% dos respondentes posicionados em níveis de concordância — ainda que a maioria não alcance concordância total —, evidencia que o uso de aplicativos contribui para o aumento do interesse dos discentes no ensino e na aprendizagem da disciplina de Química. Em corroboração, como Basak, Wotto e Belanger (2018) afirmam, o uso de dispositivos móveis oferece um potencial inexplorado para o ensino, garantindo acesso flexível e contínuo aos conteúdos a qualquer hora e em qualquer lugar, sendo necessários devido ao uso extensivo pelos estudantes.

GRÁFICO 3 - BOXPLOT DA AFIRMATIVA B.

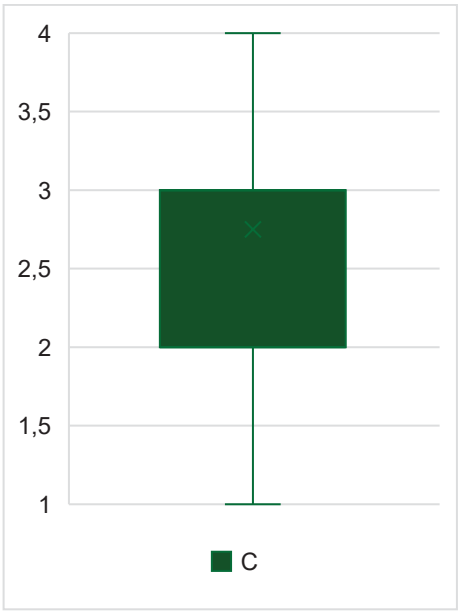


FONTE: A autora (2024)

Analisando a assertiva C no GRÁFICO 4, observa-se que o valor mínimo é 1 e o máximo é 4. No primeiro quartil, que varia entre os graus 1 e 2, encontram-se 25% dos participantes, posicionados na faixa de discordância. Ou seja, essa fração tende a discordar ou discordar totalmente da ideia de que a aula com o uso de aplicativos seria suficiente para compreender as Ligações Químicas e suas propriedades, indicando uma preferência por métodos mais tradicionais de ensino.

Além disso, outros 25% dos participantes situam-se entre os graus 3 e 4, correspondendo aos níveis de concordância e concordância total. A mediana, igual a 3, reflete que 50% dos participantes estão concentrados na faixa de concordância, sendo 25% entre os graus 2 e 3, oscilando entre discordar e concordar, e os outros 25% estão no nível de concordância com a afirmativa de que apenas o uso de aplicativos seria suficiente para compreender o conteúdo de ligações químicas. Essa afirmativa apresenta o maior grau de discordância, o que pode ser justificado por se tratar de uma abordagem extrema no ensino, ainda pouco explorada e debatida, demonstrando uma possível resistência dos discentes quando se trabalha com metodologias distantes das tradicionais e se usa as tecnologias para a aprendizagem e não entretenimento.

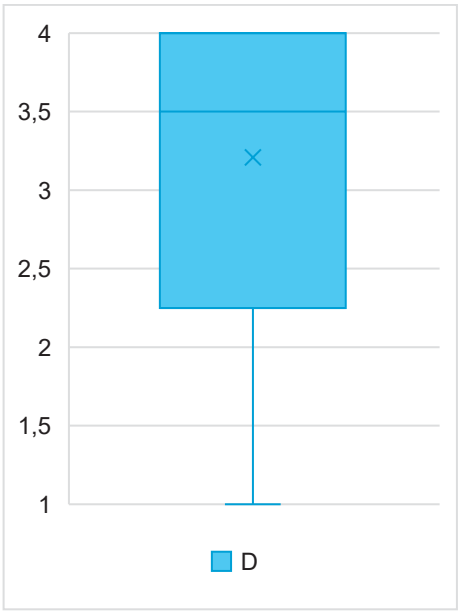
GRÁFICO 4 - BOXPLOT DA AFIRMATIVA C.



FONTE: A autora (2024)

Ao se investigar a aprendizagem colaborativa e interativa pelo uso de aplicativos para compreensão de conteúdo, tratada na assertiva D vista no GRÁFICO 5, tem-se o resultado gráfico sendo de mínimo em 1 e máximo em 4, com mediana diferente das demais, igual a 3,50. Neste campo, tem-se que 25% dos indivíduos encontram-se no primeiro quartil, sendo este entre os graus 1 e 2,25, indo de discordância total passando um pouco por discordância em sentido a concordância, 25% encontram-se entre os graus 2,25 e 3,5, entre discordo e concordo, 25% em grau 3,5 e os últimos 25% entre os graus 3,50 e 4.

GRÁFICO 5 - BOXPLOT DA AFIRMATIVA D.



FONTE: A autora (2024)

Ao analisar os níveis de concordância dos participantes, percebe-se um padrão semelhante ao observado na assertiva C (GRÁFICO 4). No entanto, a mediana é mais alta, e o primeiro quartil (25%) indica uma leve dispersão das respostas em direção à discordância. Isso significa que cerca de 25% dos alunos não concordam que o trabalho em grupo com uso de aplicativos contribua para o ensino e aprendizagem.

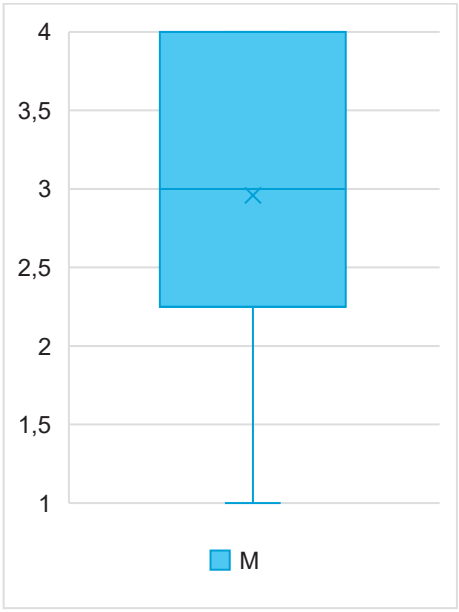
Esse resultado é importante, especialmente porque já havia sido identificado anteriormente que parte dos estudantes demonstra resistência a metodologias não tradicionais. Apesar disso, a maior concentração das respostas (entre os percentis 50% e 75%) encontra-se na faixa de concordância, sugerindo que a maioria dos alunos vê benefícios nesse tipo de abordagem.

Essa percepção é reforçada por observações em sala de aula: a professora notou que os alunos preferiam trabalhar em duplas, o que facilitava a troca de ideias e o auxílio mútuo na realização das atividades propostas. Além disso, é importante destacar que mais de 75% dos participantes concordam que o uso de tecnologia promove a aprendizagem colaborativa, incentivando os professores a utilizarem ferramentas tecnológicas em sala de aula. Nesse sentido, Bedin e Del Pino (2018) ressaltam que, embora a aprendizagem colaborativa não dependa exclusivamente da tecnologia, a disseminação da Internet e seu uso podem proporcionar um ambiente colaborativo com benefícios significativos para os envolvidos. Afinal, Kurz e Bedin

(2019) afirmam que a tecnologia, quando associada à aprendizagem colaborativa, tem o potencial de enriquecer momentos em que professores e alunos exploram, debatem e constroem conhecimento de forma individual e coletiva.

Um gráfico que se assemelha bastante ao da assertiva D é o da assertiva M representado no GRÁFICO 6, que aborda a alfabetização simbólica da Química no contexto das Ligações Químicas.

GRÁFICO 6 - BOXPLOT DA AFIRMATIVA M.



FONTE: A autora (2024)

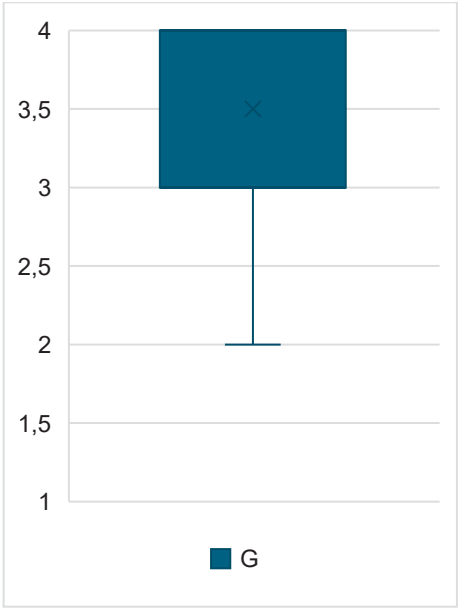
Este conjunto de dados apresenta os mesmos valores de mínimo e máximo, porém com uma mediana igual a 3, influenciando na distribuição das porcentagens. Observa-se que 25% dos respondentes estão entre os graus 1 e 2,25, indicando discordância, enquanto outros 25% situam-se entre 2,25 e 3, evidenciando uma pequena variação entre discordância e concordância. Adicionalmente, 25% encontram-se no grau 3, caracterizando um nível de concordância, e os últimos 25% estão no intervalo entre concordar e concordar completamente.

Portanto, 50% dos estudantes estão ao nível de concordância, 25% transitam entre discordância e concordância, e outros 25% permanecem em discordância. Esses resultados indicam que, embora a maioria dos estudantes reconheça que o uso de aplicativos melhora sua compreensão ao estudar o nível simbólico do conhecimento químico, ainda existe uma fração considerável de alunos que discorda

da afirmativa. Conforme apontado no aporte teórico, isso pode estar relacionado à complexidade intrínseca do nível simbólico, que envolve o uso de fórmulas, equações e símbolos não intuitivos. Esse tipo de representação exige não apenas memorização, mas a compreensão de significados e relações, funcionando como o aprendizado de uma nova linguagem.

Houve uma única assertiva, a assertiva G, apresentada no GRÁFICO 7 em que a distribuição central dos dados se concentrou em torno do grau 4. Esse é um resultado importante, ao tratar diretamente do uso de aplicativos como auxiliares no campo do nível submicroscópico.

GRÁFICO 7 - BOXPLOT DA AFIRMATIVA G.



FONTE: A autora (2024)

Nesta assertiva, tem-se o mínimo igual a 2 e máximo igual 4. O primeiro quartil encontra-se entre os graus de discordância e concordância (2 – 3), 25% entre os graus 3 e 4 ao nível de concordância e os outros 50% encontram-se em grau igual a 4, total concordância, trazendo resultados satisfatórios, visto que o nível submicroscópico faz com que os professores estejam sempre tendo que adaptar suas explicações com diferentes abordagens em sala de aula, como já citado.

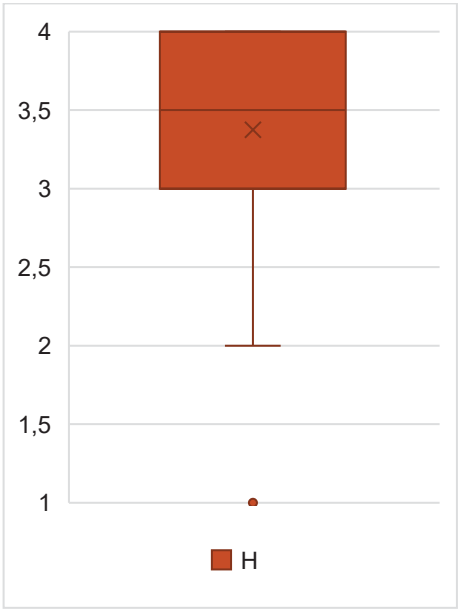
A ausência de porcentagens nos níveis de discordância total e discordância, junto ao fato de metade dos discentes concordarem completamente que o uso dos aplicativos os auxilia a entender o nível submicroscópico, reforça a ideia de que o uso

das TDIC, como descrito por Souza et al. (2021), contribui para o desenvolvimento de habilidades como raciocínio, argumentação e a construção de representações mentais. Esses aspectos são cruciais para a compreensão de conteúdos que frequentemente são difíceis de visualizar e entender.

Afinal, Kurz, Bedin e Dal-Farra (2023) afirmam que a utilização de recursos digitais desempenha um papel essencial no desenvolvimento do nível submicroscópico do conhecimento químico, favorecendo a compreensão de estruturas e fenômenos invisíveis a olho nu. Segundo os autores, esses recursos auxiliam não apenas na construção de representações visuais mais claras e dinâmicas, mas na transição entre os níveis submicroscópico, macroscópico e simbólico, permitindo ao aluno estabelecer conexões mais profundas e significativas entre esses domínios.

Quando se trata de transitar entre os 3NCQ, como exposto na assertiva H, representada no GRÁFICO 8, tem-se um resultado muito semelhante ao da assertiva G.

GRÁFICO 8 - BOXPLOT DA AFIRMATIVA H.



FONTE: A autora (2024)

O mínimo, máximo e o primeiro quartil são iguais, o que difere é a mediana ser igual a 3,50, fazendo com que 25% dos respondentes estejam entre 3 e 3,50, 25% dos indivíduos no grau 3,50 e os últimos 25% entre 3,50 e 4. Isso significa que 75%

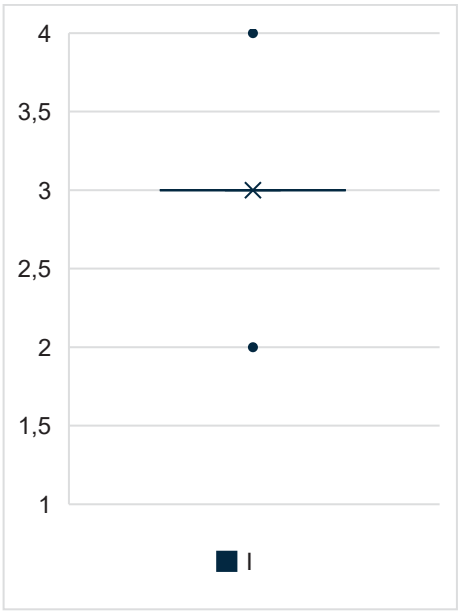
dos estudantes apresentam percepção ao nível de concordância, ainda que não plenamente.

Ao confrontar esses resultados com a ideia de Johnstone (1991), segundo a qual os discentes devem transitar entre os 3NCQ para conseguir aprender química, pode-se afirmar que a série didática baseada no M-learning possibilita esse transitar de maneira eficaz. Isso sugere que, por meio de recursos digitais e interativos, os alunos têm a oportunidade de integrar as representações simbólicas, submicroscópicas e macroscópicas de forma mais acessível, facilitando o processo de aprendizado.

Ao possibilitar a simulação de interações moleculares e a exploração de modelos tridimensionais, os recursos digitais presentes na série promoveram um aprendizado mais interativo e experimental, permitindo que os estudantes testem hipóteses e validem suas ideias de forma ágil e prática, contribuindo para a contextualização do conhecimento científico e tornando-o mais relevante e acessível para a realidade estudantil (Kurz; Bedim; Dal-Farra, 2023). Logo, a série didática potencializou a compreensão dos conteúdos de Ligações Químicas.

Por último, na assertiva I, exposta no GRÁFICO 9 é interessante observar que, sem a visualização do gráfico, os dados de máximo e mínimo registrados na TABELA 15 poderiam sugerir variações nas respostas. Contudo, ao analisar o GRÁFICO 9, percebe-se que todas as respostas estão concentradas no valor da mediana, igual a 3. Isso indica que 100% dos alunos concordam com a afirmativa, ainda que não absolutamente.

GRÁFICO 9 - BOXPLOT DA AFIRMATIVA I.



FONTE: A autora (2024)

Esse resultado demonstra um consenso significativo quanto à eficácia do uso de múltiplos aplicativos e recursos tecnológicos no favorecimento do trânsito pelos 3NCQ: macroscópico, submicroscópico e simbólico. Essa integração foi fundamental para aprofundar o processo de ensino e aprendizagem, permitindo que os estudantes conectassem fenômenos visíveis, modelos moleculares e representações simbólicas de maneira coesa e significativa.

A unanimidade na percepção de que o M-learning pôde alcançar os 3NCQ, evidencia não apenas sua funcionalidade como ferramenta educacional, mas também sua capacidade de promover uma abordagem pedagógica dinâmica e inclusiva. A utilização de dispositivos móveis potencializou a aprendizagem ao proporcionar acesso imediato a simulações, animações e exercícios interativos, elementos que facilitaram a visualização, a manipulação e a compreensão de conceitos abstratos. Esse cenário reforça a importância de incorporar tecnologias móveis ao ensino, especialmente no contexto de disciplinas como Química, onde a articulação entre os níveis de conhecimento é indispensável para a construção de um entendimento mais aprofundado e contextualizado.

5.3 ANÁLISE DE CONTEÚDO E DADOS DESCRITIVOS: UMA PERSPECTIVA INTEGRADA

Uma das técnicas mais utilizadas quando se pensa em tratamento de dados qualitativos é o método de Análise de Conteúdo, e como referência tem-se o livro de Laurence Bardin (Mattar, Ramos; 2021). Bardin (2016) utiliza esse mecanismo para identificar padrões e categorizar respostas como se fosse um desvendar crítico, na tentativa de entender o que está por trás do significado das palavras; ela define análise de conteúdo como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição de conteúdo das mensagens” (Bardin, 2016, p. 44).

As perguntas abertas feitas no questionário, encontradas em APÊNDICE 5, foram analisadas de acordo com os pressupostos da Análise de Conteúdo de Bardin (2016), seguindo suas três etapas:

Pré-análise: fez-se a leitura flutuante dos dados, tendo-se as primeiras impressões, a fim de identificar padrões ou tendências gerais, levando em conta que as perguntas foram previamente pensadas para atingir os objetivos de pesquisa em relação ao uso de aplicativo nas aulas de Ligações Químicas, abordando vantagens e desvantagens, dificuldades e impactos quanto aos 3NCQ.

Codificação: Nessa etapa, realizou-se a identificação e a seleção de palavras ou expressões recorrentes nas respostas de cada pergunta, definindo inicialmente uma Unidade de Registro – como palavras-chave ou expressões significativas. Posteriormente, foi determinada uma Unidade de Contexto, que consistiu em analisar como essas palavras ou expressões foram inseridas no discurso, permitindo compreender seu significado em relação ao conteúdo global. A escolha das palavras seguiu os critérios semânticos (relacionados aos temas centrais das respostas) e sintáticos (incluindo análise de verbos, adjetivos e estruturas gramaticais), garantindo uma abordagem abrangente e alinhada aos objetivos da pesquisa.

Tratamento dos resultados: Após a definição das categorias emergentes, realizou-se uma análise qualitativa dos dados, discutindo as tendências gerais identificadas nas respostas. Essa etapa visou interpretar os resultados à luz dos objetivos da pesquisa, permitindo compreender os padrões, as contradições ou as singularidades do corpus analisado. Os achados foram organizados em função das categorias estabelecidas, possibilitando uma discussão crítica que subsidiou as conclusões alinhadas ao problema de investigação e aos objetivos propostos.

Os quadros abaixo trazem as categorias temáticas que foram organizadas e classificadas a partir dos dados no questionário, considerando a frequência e a relevância das informações fornecidas pelos participantes. A categorização seguiu um modelo qualitativo com base na repetição de ideias e palavras-chave nas respostas obtidas.

QUADRO 5 - ANÁLISE DE CONTEÚDO SOBRE A PERGUNTA 1

QUAL FOI A MAIOR VANTAGEM QUE VOCÊ PERCEBEU NO USO DE APLICATIVOS PARA APRENDER SOBRE LIGAÇÕES QUÍMICAS?		
CATEGORIAS	Componentes	Exemplos
CONHECIMENTO	Esclarecedor Compreensão Aperfeiçoamento Entendimento Simplifica	“Facilidade em entender o conteúdo.” “Eu consegui entender melhor como realmente funciona as ligações, de forma mais simples.” “Que é bem mais fácil de compreender.”
VISUALIZAÇÃO	Visualização Ver Visualizar Visibilidade Visíveis Visual	“Visualizar melhor as moléculas.” “Consegui ver como as ligações funcionam, ao invés de ter que imaginá-las. Com a imagem visual das ligações, entender seu funcionamento ficou muito mais fácil.”
ENVOLVIMENTO	Encanta Interessante	“Acho que a interação com a internet que hoje em dia é algo que prende muita a atenção.” “Deixa a aula mais interessante, e as representações e interações ajudam a entender.”
INTERAÇÃO	Envolvimento Colaboração Interatividade Dinâmica	“A dinâmica, a interatividade das aulas e a facilidade de compreensão.” “o envolvimento com outros colegas e a dinâmica.”
ESTRATÉGIA	Abordagem Memorização	“Os aplicativos são ótimos para memorizar e compreender como cada coisa funciona.” “Outro meio de aprender.”

FONTE: A autora (2025)

Em decorrências das categorias definidas, percebe-se que quando se trata das vantagens no uso de aplicativos para a aprendizagem, destaca-se uma alta

frequência de respostas relacionadas à facilitação do entendimento do conteúdo sobre ligações químicas e à visualização de aspectos submicroscópicos. Esses resultados reforçam a importância dos aplicativos, especialmente no desenvolvimento de um dos níveis de conhecimento químico. Embora com menor frequência, também foi apontada a possibilidade de tornar as aulas mais dinâmicas, como um relevante benefício, seja por estimular o trabalho em grupo, seja por introduzir um método de ensino diferenciado, o que contribui para tornar o processo de aprendizagem mais interessante.

Em especial, quanto à categoria **Conhecimento, destaca-se que esta** reflete como os aplicativos facilitaram a compreensão dos conteúdos relacionados às ligações químicas. Palavras como "esclarecedor", "entendimento" e "aperfeiçoamento" mostram que os estudantes perceberam os aplicativos como ferramentas que simplificam conceitos complexos e promovem um aprendizado mais eficiente. A emersão dessa categoria se dá porque a vantagem principal percebida foi à clareza proporcionada pelo uso dessas ferramentas digitais, como indicado por comentários que mencionam maior facilidade em entender os temas abordados.

Por sua vez, a categoria **Visualização** destaca a importância da representação visual na aprendizagem de ligações químicas, aspecto claramente proporcionado pelos aplicativos. Termos como "ver" e "visualizar" mostram que os aplicativos ajudaram a transformar conceitos abstratos em imagens concretas, como moléculas e interações químicas. A emersão da categoria está no fato de que a maior vantagem apontada pelos respondentes foi poder enxergar os fenômenos químicos de forma mais clara e direta, o que reduz a dependência de abstrações imaginativas.

A categoria **Envolvimento** demonstra como os aplicativos despertaram o interesse e o encantamento nos estudantes, tornando o aprendizado mais atrativo. Palavras como "encanta" e "interessante" indicam que os aplicativos facilitaram o aprendizado e o tornaram mais prazeroso. A conexão da categoria está no reconhecimento de que a interatividade e a abordagem dinâmica dos aplicativos prenderam a atenção dos alunos, destacando uma vantagem significativa em termos de motivação.

Não diferente, a categoria **Interação** evidencia como os aplicativos proporcionaram um ambiente de colaboração e de troca de ideias, o que enriqueceu a experiência de aprendizagem dos estudantes. Termos como "dinâmica" e "colaboração" mostram que os estudantes valorizaram a interação entre colegas e

com os conteúdos apresentados; essa interação foi uma vantagem apontada em resposta à pergunta, pois os aplicativos permitiram uma aprendizagem mais participativa e integrada.

Ademais, consoante à categoria **Estratégia, esta revela** que os aplicativos foram reconhecidos como ferramentas que auxiliam na memorização e na organização do conhecimento. Palavras como "abordagem" e "memorização" refletem como os estudantes viram os aplicativos como meios alternativos e eficazes para estruturar o aprendizado. Em relação à emersão desta categoria, a maior vantagem percebida foi o apoio estratégico no processo de fixação dos conteúdos sobre ligações químicas.

Assim, de forma geral, a análise das categorias referentes à primeira pergunta evidencia que os aplicativos ofereceram múltiplas vantagens para a aprendizagem de ligações químicas, abrangendo aspectos cognitivos, visuais, motivacionais, interativos e estratégicos. Essas ferramentas digitais facilitaram a compreensão e a visualização de conceitos abstratos, bem como tornaram o aprendizado mais dinâmico, atrativo e participativo. Além disso, os aplicativos promoveram estratégias eficientes de memorização e organização do conhecimento, contribuindo para uma experiência educacional mais integrada e significativa. Assim, é possível afirmar que os aplicativos funcionaram como aliados nos processos de ensino e aprendizagem, atendendo às diferentes necessidades dos estudantes e potencializando o engajamento com os conteúdos abordados.

Quanto a segunda pergunta, o QUADRO 6 apresenta as categorias emergidas, bem como os componentes e os exemplos de respostas.

QUADRO 6 - ANÁLISE DE CONTEÚDO SOBRE A PERGUNTA 2

HOUVE ALGUMA DIFICULDADE OU DESVANTAGEM NO USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS DURANTE AS AULAS DE QUÍMICA? SE SIM, QUAIS FORAM?		
CATEGORIAS	Componentes	Exemplos

NÃO INTUITIVO	Dificuldade Complicado Complexo	“Aplicativos um pouco complexos de usar” “Demora um pouco para entender como funciona”
PROBLEMAS TÉCNICOS	Não carrega Incompatibilidade Não baixa	“Sim eu não conseguia baixar os aplicativos” “sim, o fato de alguns aplicativos não funcionarem em determinados dispositivos ou versões”
DISTRAÇÃO	Distração	“acho que a distração” “Sim, a distração de estar com o celular na mão”

FONTE: A autora (2025)

Frente aos dados no QUADRO 6, no quesito desvantagens do uso de aplicativos, apenas um terço dos estudantes respondeu não ter enfrentado quaisquer dificuldades. Entre os que relataram problemas, a principal questão apontada foi à complexidade dos aplicativos e a falta de familiaridade com eles, muito provavelmente devido à linguagem química envolvida.

Além disso, alguns estudantes mencionaram dificuldades relacionadas à operacionalidade dos aplicativos, como problemas para fazer o *download* ou falhas durante o uso, o que impactou negativamente o tempo planejado para as atividades em aula. Ademais, dois estudantes destacaram o uso do celular como um potencial fonte de distração; a presença de redes sociais e de jogos nos dispositivos pode interferir quando o aparelho é utilizado como ferramenta pedagógica. A honestidade dessas respostas é um aspecto positivo, pois revela percepções que, na prática, podem acabar passando despercebidas.

A categoria **Não Intuitivo** refere-se à dificuldade enfrentada pelos alunos ao interagir com os aplicativos utilizados em aula. Termos como “dificuldade”, “complexo” e “complicado” indicam os desafios encontrados ao tentar manipular aplicativos novos para eles, sugerindo a possível necessidade de treinamento prévio ou a adoção de plataformas mais alinhadas aos sistemas com os quais os discentes já estão familiarizados. A falta de intuitividade limita os benefícios que o ensino com dispositivos móveis pode proporcionar.

A categoria **Problemas Técnicos** refere-se às dificuldades relacionadas ao funcionamento do dispositivo ou do aplicativo, incluindo falhas na conexão com a internet e incompatibilidades com o sistema operacional. Esses fatores podem se

tornar obstáculos significativos. Embora os recursos tenham sido testados previamente, atualizações nos softwares podem inviabilizar sua utilização. Outra adversidade possível é a ausência de sinal de internet para o download dos aplicativos. Como solução, seria viável solicitar o download dos aplicativos previamente ou incentivar o uso compartilhado dos dispositivos em duplas, prática que foi adotada em sala de aula.

A presença de celulares em sala de aula está associada à categoria **Distração**, uma vez que os alunos frequentemente os utilizam de forma desregulada para acessar redes sociais ou aplicativos de jogos. Essa é uma desvantagem significativa, pois prejudica o foco e, consequentemente, a absorção do conteúdo que se busca transmitir. Para minimizar essa distração, é necessário adotar estratégias pedagógicas que promovam maior engajamento, incluindo supervisão ativa e o planejamento de aulas que sejam verdadeiramente envolventes.

A combinação de fatores comportamentais e falhas técnicas pode tornar a utilização de dispositivos móveis frustrante, apesar do grande potencial que eles apresentam. Por essa razão, a primeira aplicação da série didática é fundamental, pois permite identificar desafios e propor soluções em futuras implementações. Medidas como treinamentos, um planejamento mais detalhado e o uso de ferramentas mais intuitivas podem contribuir para que a série didática alcance maior eficiência em sua proposta.

Quanto a terceira pergunta, o QUADRO 7 apresenta as categorias emergidas, bem como os componentes e os exemplos de respostas.

QUADRO 7 - ANÁLISE DE CONTEÚDO SOBRE A PERGUNTA 3

DE QUE MANEIRA O USO DE TECNOLOGIAS E DE APLICATIVOS INFLUENCIOU A SUA COMPREENSÃO NOS TRÊS NÍVEIS DE CONHECIMENTO QUÍMICO: I) MICROSCÓPICA (QUE NÃO É POSSÍVEL SER VISTA), II) MACROSCÓPICA (AS PROPRIEDADES QUE AS SUBSTÂNCIAS POSSUEM) E III) SIMBÓLICA (REPRESENTAÇÃO DOS COMPOSTOS POR FÓRMULAS QUÍMICAS).		
CATEGORIAS	Componentes	Exemplos

COMPREENSÃO	Compreender Entender Compreensão	“Acho que foi essencial pra compreender principalmente os níveis microscópicos e macroscópicos.” “Os aplicativos ajudaram a entender os três conteúdos de modo geral.”
VISUALIZAÇÃO	Ver Visualização Observar Imagem	“Consegui ter uma imagem “real” desses assuntos.” “Deixou mais fácil a compreensão pois dava visualização maior.”
AUXÍLIO	Decorar Ajudou Influenciou	“Influenciou bastante.” “Ajudou muito em todas as áreas.”

FONTE: A autora, (2025).

Consoante aos dados no QUADRO 7, percebe-se que alguns alunos podem não ter compreendido claramente a pergunta, o que influenciou a qualidade das respostas obtidas. Apenas um estudante, identificado como indivíduo 12, respondeu detalhadamente como os aplicativos influenciaram cada um dos 3NCQ. Ele relatou: *“I) microscópica: ótimo, melhorou muito a visualização do conteúdo; II) macroscópicas: não mudou muita coisa, mas ajudou; III) simbólica: ajudou muito com a compreensão de como os compostos são formados”*

A análise das palavras-chave nas respostas evidencia que o destaque principal está relacionado à visualização, um aspecto diretamente ligado ao nível submicroscópico. Isso reforça a ideia de que o uso de aplicativos tem impacto significativo na compreensão das interações entre partículas, um ponto essencial no ensino de Ligações Químicas.

De forma individualizada, a categoria **Compreensão**, que se assemelha à categoria "Conhecimento" mencionada na pergunta 1, destaca como o uso dos aplicativos desempenhou um papel facilitador na compreensão dos 3NCQ, especialmente o submicroscópico. Isso permitiu uma aprendizagem mais clara e objetiva, contribuindo para a integração e conexão dos três níveis de maneira integrada.

A categoria **Visualização** reaparece, evidenciando a contribuição das tecnologias na criação de imagens e modelagens que aproximam os conceitos abstratos dos alunos. A visualização é de extrema importância, especialmente ao trabalhar com o mundo submicroscópico, mas também desempenha um papel relevante nos outros dois níveis, facilitando a construção mental de conceitos

complexos. Os aplicativos possibilitam a observação de representações detalhadas que simplificam o entendimento, aumentando o envolvimento dos estudantes e permitindo que interajam com o conteúdo, transcendendo a abordagem puramente teórica.

Muitos alunos relataram como o uso de dispositivos digitais ajudaram no aprendizado trazendo assim a categoria **Auxílio**, seja para memorizar, para entender, para visualizar, podendo afirmar que a tecnologia é um facilitador, sendo ela múltipla e adaptável às necessidades.

Embora algumas respostas tenham mencionado que os aplicativos contribuíram para entender os 3NCQ de forma geral, muitos comentários foram superficiais, limitando a profundidade da análise. Além disso, apenas um aluno mencionou que os aplicativos tiveram pouca influência, o que sugere que a maioria reconhece algum nível de benefício, mesmo que não o detalhe.

Esse cenário aponta para a necessidade de refinar as instruções e os exemplos fornecidos na formulação das perguntas, garantindo maior clareza para os alunos, já que estes somente responderam ao questionário sem instruções da professora. Estes resultados também destacam a importância de explorar as limitações e as potencialidades dos aplicativos para abordar todos os níveis de conhecimento químico de maneira equilibrada.

Contudo a análise das três categorias mostra como o uso de tecnologias e de aplicativos é um diferencial para a aprendizagem dos 3NCQ, podendo visualizar e compreender conceitos abstratos, unindo de forma integrada todos os níveis, reforçando a importância de incluí-los em sala de aula.

Ainda, conforme o questionário, duas perguntas, uma de resposta positiva (Sim) e outra de resposta negativa (não), foram realizadas. As perguntas 4 e 5, respectivamente, “Você acredita que o uso de aplicativos e tecnologias para compreender o conteúdo de ligações químicas lhe mostrou um campo mais simbólico da química?” e “O uso de aplicativos lhe oportunizou entender como ocorrem as ligações químicas de forma microscópica, devido à transferência e compartilhamento dos elétrons?”, foram respondidas. Esse formato restritivo dificultou a realização de uma análise de conteúdo, limitando-se à apresentação de uma lista de frequências para discussão, conforme QUADRO 8.

QUADRO 8 - FREQUÊNCIA DE RESPOSTAS PARA AS PERGUNTAS 4 E 5

Você acredita que o uso de aplicativos e tecnologias para compreender o conteúdo de ligações químicas lhe mostrou um campo mais simbólico da química?	
Sim	95,83%
Não	4,17%
O uso de aplicativos lhe oportunizou entender como ocorrem as ligações químicas de forma microscópica, devido a transferência e compartilhamento dos elétrons?	
Sim	95,83%
Não	4,17%

FONTE: A autora, (2025).

Para ambas as perguntas, houve apenas uma resposta negativa, sendo essas provenientes de indivíduos diferentes, sendo as mesmas porcentagens uma coincidência. Esse dado permite inferir que, de forma geral, os alunos acreditam que o uso de aplicativos para compreender o conteúdo de Ligações Químicas é eficaz, especialmente nos níveis simbólico e submicroscópico. Além disso, essa percepção reforça a ideia de que os aplicativos oportunizam uma nova forma de aprendizagem, ampliando a compreensão de conceitos complexos por meio de recursos visuais e interativos.

Embora as respostas forneçam uma visão geral sobre a aceitação ou rejeição das propostas apresentadas, elas não permitem compreender as razões subjacentes a essas respostas. Esse tipo de limitação destaca a importância de incluir perguntas abertas ou de formato misto em futuras investigações, permitindo uma análise mais rica e qualitativa das percepções dos alunos.

Contudo, é possível relacionar esse percentual positivo a algumas das categorias apresentadas anteriormente. Observou-se como o uso dos aplicativos pode auxiliar significativamente na compreensão dos 3NCQ, especialmente pela facilidade proporcionada na visualização e na conexão entre os níveis. Essa abordagem não apenas melhorou o entendimento sobre ligações químicas, mas promoveu maior interação e engajamento dos alunos em sala de aula, tornando o aprendizado mais dinâmico e envolvente. Além disso, o uso dessas ferramentas tecnológicas contribuiu para aproximar os estudantes de conceitos complexos, transformando-os em experiências mais acessíveis e intuitivas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Série Didática M-learning-3NCQ foi implementada em um colégio particular, onde todos os alunos têm acesso a dispositivos móveis e à conectividade à internet oferecida pela instituição. Esse contexto favorável baseou a promoção de resultados expressivos, fundamentando a melhoria contínua na utilização de dispositivos móveis como ferramentas para facilitar a transição dos alunos pelos três níveis de conhecimento químico (3NCQ) no estudo de Ligações Químicas.

Neste escopo, considerando que este estudo emerge do questionamento: a implementação de uma série didática baseada nos princípios do m-learning, com ênfase no tema das Ligações Químicas, pode oportunizar aos alunos da Educação Básica a transição pelos diferentes níveis do conhecimento químico? É possível afirmar que sim. As observações realizadas em sala de aula, juntamente com as análises estatísticas e de conteúdo do questionário aplicado, evidenciam que os alunos conseguem transitar entre os diferentes níveis de conhecimento de forma engajada. Apesar das adversidades inerentes à primeira aplicação da série, os resultados demonstram o potencial dessa abordagem para promover uma aprendizagem significativa e integrada.

Para tanto, os objetivos específicos foram alcançados, dado que:

i. Foi produzida uma série didática capaz de integrar os três níveis de conhecimento químico (3NCQ) de maneira coesa e significativa.
ii. Houve participação ativa dos discentes, que destacaram como vantagem as dinâmicas de aula, as quais se mostraram encantadoras e eficazes para promover um aprendizado mais eficiente.
iii. A partir de uma aula específica, foi possível identificar defasagens em alguns conceitos químicos necessários para a integração posterior dos três níveis de conhecimento.
iv. Foram elaboradas atividades bem planejadas, com o uso de tecnologias, para atingir os objetivos propostos.
v. Por fim, foi possível avaliar de forma abrangente os resultados dessa aplicação, utilizando a triangulação de dados e combinando diferentes métodos e fontes de informação.

Resumidamente, a triangulação de análises — combinando observação direta, estatísticas e análise de conteúdo — revelou melhorias na compreensão e no

desempenho dos alunos em relação ao conteúdo abordado. Essas melhorias foram evidenciadas pelo aumento do engajamento durante as atividades, bem como pelos resultados de um questionário aplicado três meses após as aulas, que apontou feedbacks majoritariamente positivos. Os alunos demonstraram uma percepção favorável em relação à abordagem m-learning, destacando a eficácia dela.

Além disso, foi constatado que os alunos transitaram de maneira eficaz pelos níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico, refletindo uma compreensão holística e integrada das Ligações Químicas. Isso foi possível porque se utilizaram aplicativos tecnológicos com ênfase no conteúdo, que permitiram a visualização detalhada de estruturas moleculares, a interação com representações simbólicas e a conexão com fenômenos macroscópicos, promovendo uma aprendizagem mais contextualizada.

A Série Didática M-learning-3NCQ utilizou uma combinação de aplicativos de simulação química, jogos educativos e vídeos interativos em 3D para explorar representações simbólicas, submicroscópicas e macroscópicas dos fenômenos químicos. Por exemplo, a integração de realidade aumentada (RA) proporcionou uma abordagem macroscópica, permitindo aos alunos sobreporem informações digitais a substâncias reais. Já os aplicativos de modelagem molecular interativa atenderam à representação submicroscópica, enquanto a utilização de quizzes, jogos e vídeos educativos reforçaram a compreensão simbólica. Ainda, projetos colaborativos online promovem interação e discussão, incentivando o aprendizado coletivo, enquanto avaliações interativas ofereceram *feedback* imediato, consolidando o conhecimento adquirido.

Os resultados obtidos nesse contexto específico oferecem elementos valiosos para aprimorar práticas educacionais e demonstram o potencial de enriquecimento do processo de ensino por meio de tecnologias móveis. Espera-se que essa experiência sirva como modelo transferível e replicável para outras instituições educacionais em condições similares. No entanto, reconhece-se que a replicação direta da Série Didática M-learning-3NCQ em outras regiões do Brasil pode enfrentar desafios, especialmente em áreas onde o acesso a dispositivos móveis e à internet é limitado. Esse cenário reforça a importância de desenvolver estratégias alternativas e adaptáveis para garantir que a tecnologia educacional seja eficiente em diferentes contextos, respeitando as particularidades e os desafios locais.

REFERÊNCIAS

APARICIO, A. F. et al. **Analysis and application of gamification**. Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador - INTERACCION '12. **Anais**...New York, New York, USA: ACM Press, 2012.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo** São Paulo: Edições 70, 2016.

BASAK, S. K.; WOTTO, M.; BELANGER, P. **E-learning, M-learning and D-learning: Conceptual definition and comparative analysis.** E-learning and Digital Media, v. 15, n. 4, p. 191-216, 2018. https://doi.org/10.1177/2042753018785180

BEDIN, E.; MARQUES, M. S.; CLEOPHAS, M. das G. **Research on the Content, Technological, and Pedagogical Knowledge (TPACK) of Chemistry Teachers During Remote Teaching in the Pandemic in the Light of Students' Perceptions.** Journal of Information Technology Education: Research, v. 22, p. 001-024, 2023. https://doi.org/10.28945/5063

BEDIN, E. Filme, experiência e tecnologia no ensino de ciências química: uma sequência didática. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 9, n. 1, 2019.

BEDIN, E.; DEL PINO, J. C. Tecnologias no Ensino de Química: Uma Avaliação Neurocientífica para os Processos de Ensino e Aprendizagem. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 2, n. 1, p. 31-40, 2016.

BEDIN, E.; DEL PINO, J. C. Aprendizagem colaborativa nas redes sociais e a qualificação dos processos de ensino e aprendizagem. **Revista Interacções,** v. 14, n. 47, 2018.

BOAVENTURA, E. F.; OLIVEIRA, R. 06) Gamificação: Uma Análise de sua Aplicação como Ferramenta de Engajamento, Aprendizagem e Interação em Ambientes Virtuais. **Revista Brasileira de Educação e Cultura | RBEC | ISSN 2237-3098**, p. 104–128, 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular. Ensino Médio**. Brasília: MEC. Versão entregue ao CNE em 03 de abril de 2018, 2018.

BROWN, T. L.; LEMAY JR., H. E.; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. R.; **Química A Ciência Central**; 13ª ed.; Pearson Prentice Hall do Brasil, 2016

CHRISTMANN, A.; VAN AELST, S. Robust estimation of Cronbach's alpha. **Journal of multivariate analysis**, v. 97, n. 7, p. 1660–1674, 2006. doi:10.1016/j.jmva.2005.05.012

CROMPTON, H. A historical overview of mobile learning: Toward learner-centered education. In BERGE, Z. L.; MUILENBURG, L. Y. (Eds.), **Handbook of mobile learning** (pp. 3-14). 2013.

DE SOUZA, L. et al. Digital technologies in chemistry teaching: A brief review of the available categories and tools. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 3, p. 713–746, 2021.

DIAS-TRINDADE, S.; CARVALHO, J. R. DE. **História, tecnologias digitais e mobile learning: ensinar História na era digital**. Imprensa da Universidade de Coimbra, , 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-1705-3>

FERREIRA, J. C.; PATINO, C. M. What does the p value really mean? **Jornal brasileiro de pneumologia: publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisilogia**, v. 41, n. 5, p. 485, 2015.

FREITAS, A. L. P.; RODRIGUES, S. G. **A avaliação da confiabilidade de questionários: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach**. Unpublished, 2005.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2024. ISBN 978-85-970-2098-4

GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. F. **Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education. In: Multiple representations in chemical education.** Dordrecht: Springer Netherlands, 2009. p. 1-8. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8_1 https://doi.org/10.1590/S2176-6681/340312848

HAYNES, W. M. (ED.). **CRC handbook of chemistry and physics, 95th edition**. 95. ed. Oakville, MO, USA: Apple Academic Press, 2014.

JABER, L. Z.; BOUJAOUDE, S. **A macro–micro–symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions.** International Journal of Science Education, v. 34, n. 7, p. 973-998, 2012. https://doi.org/10.1080/09500693.2011.569959

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry - logical or psychological? **Chemistry education research and practice**, v. 1, n. 1, p. 9–15, 2000. https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2000/rp/a9rp90001b

JOHNSTONE, A. H. **Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem.** Journal of computer assisted learning, v. 7, n. 2, p. 75-83, 1991. https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação**. 2 ed. Campinas: Papirus, 2007, p. 15-44.

KURZ, D. L.; BEDIN, E. As potencialidades das tecnologias de informação e comunicação para a área das ciências da natureza: uma investigação em periódicos da área. **Interfaces da Educação**, v. 10, n. 30, p. 199-220, 2019.

KURZ, D. L.; BEDIN, E.; DAL-FARRA, R. A. O ensino de Química na perspectiva da BNCC: uma proposição didática para o ensino de geometria molecular e polaridade das moléculas. Anais… XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) - **Pensar o conhecimento, agir em sociedade**, Goiás, Caldas Novas, 2023.

KOTZ, J. C.; PAUL, M. Química Geral e Reações Químicas. **Química Geral e Reações Químicas**, v. 1, 2023.

LEITE, L. R. et al. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 96, n. 243, p. 380–398, 2015.

MACHADO, F.; BEDIN, E. Peer instruction e just-in-time teaching e suas atribuições ao ensino de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 2, 2020.

MAHAN, B., M.; MYERS, R., J.; **Química um curso universitário**, 4ª edição, Edgard Blücher, 1995.

MAHAFFY, P. The future shape of chemistry education. **Chemistry education research and practice**, v. 5, n. 3, p. 229–245, 2004.

MATTAR, J.; RAMOS, D. K., **Metodologia da Pesquisa em Educação.** 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2021. ISBN 978-65-86618-44-0

MÁXIMO, V.; MARINHO, R. A. C. Intervenção pedagógica no processo DE ensino e aprendizagem/pedagogical intervention in the teaching and learning process. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 8208–8218, 2021.

MELO, M. S. DE; SILVA, R. R. DA. Os três níveis do conhecimento químico: dificuldades dos alunos na transição entre o macro, o submicro e o representacional. **Revista Exitus**, v. 9, n. 5, p. 301–330, 2019. https://doi.org/10.24065/2237-9460.2019v9n5ID1109

MENDES, R. M.; MISKULIN, R. G. S. A análise de conteúdo como uma metodologia. **Cadernos De Pesquisas**, v. 47, n. 165, p. 1044–1066, 2017. https://doi.org/10.1590/198053143988

MOCELIN, R.; FIUZA, P. J.; LEMOS, R. R. Mobile Learning no Brasil: Um Estudo Exploratório da Literatura. Em: **Educação Fora da Caixa: Tendências Internacionais e Perspectivas sobre a Inovação na Educação**. [s.l.] Editora Blucher, 2018. p. 139–156.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. do. **Química na abordagem do cotidiano**. 4. ed. v. 1. São Paulo: Moderna, 2006.

PIMENTEL, F.S.C.; MOURA E. C. DE M. **Gamificação e Aprendizagem: Cognição e Engajamento Como Possibilidades Diante da Pandemia**, HOLOS, Ano 38, v.1, e10896, 2022.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B. **Metodologia de pesquisa**. Tradução Daisy Vaz de Moraes. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013. Revisão técnica Ana Gracinda Queluz Garcia, Dirceu da Silva, Marcos Júlio.

SANTOS, W. R. DOS; GALLETTI, R. C. A. F. História do Ensino de Ciências no Brasil: Do Período Colonial aos Dias Atuais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e39233, 2023.

SCHUARTZ, A. S.; SARMENTO, H. B. DE M. Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino. **Revista Katálysis**, v. 23, n. 3, p. 429–438, 2020.

SOUZA, L. D.; SILVA, B. V.; NETO, W. N. A.; REZENDE, M. J.C. Tecnologias Digitais no Ensino de Química: Uma Breve Revisão das Categorias e Ferramentas Disponíveis. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 3, p. 713–746, 2021. https://doi.org/10.21577/1984-6835.20210041

VIEIRA, E.; MEIRELLES; RODRIGUES, D. **O Uso De Tecnologias No Ensino De Química: A Experiência Do Laboratório Virtual Química Fácil The Use Of Technology In Chemistry Teaching: The Experience Of Virtual Chemistry Laboratory (Laboratório Virtual Química Fácil - LVQF)**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://abrapec.com/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0468-1.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2024.

VOM BROCKE, J.; ROSEMANN, M. **Metodologia de Pesquisa**. [s.l.] AMGH Editora, 2013.

APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO DO QUIZ DA AULA 1

socrative
A showbie PRODUCT

Retomada conceitos básicos do átomo.

30 Questions

1. Qual a estrutura básica de um átomo?

1/32 A Núcleo formado por elétrons e nêutrons, rodeados por prótons
3/32 B Núcleo formado por prótons e elétrons, rodeado por nêutrons
1/32 C Núcleo formado por nêutrons e elétrons, rodeado por prótons
27/32 D Núcleo formado por prótons e nêutrons, rodeado por elétrons

2. Qual é o número atômico de um átomo?

2/32 A É um número igual ao número de nêutrons que o átomo tem em seu núcleo
24/32 B É igual ao número de prótons que tem em seu núcleo
3/32 C É igual ao número de elétrons que tem em seu núcleo
3/32 D É igual ao número de elétrons da sua camada de valência.

3. O que determina a carga elétrica de um átomo?

18/33 A O número de prótons em seu núcleo
4/33 B Sua massa
10/33 C O número de elétrons em seu núcleo
1/33 D A temperatura em que se encontra

4. Qual a diferença entre um ión positivo e um íon negativo?

0/32 A O positivo é maior que o negativo
0/32 B o positivo tem mais elétrons que o negativo
7/32 C O positivo se encontra no núcleo e o negativo nas camadas
25/32 D Íon positivo perdeu elétrons e o negativo ganhou

5. Qual localização dos elétrons em um átomo?

30/32 **A** Em orbitais ao redor do núcleo

1/32 **B** Dentro dos prótons do átomo

1/32 **C** No espaço exterior ao redor do átomo

0/32 **D** No centro do núcleo do átomo

6. Qual o nome das partículas subatômicas encontradas no núcleo de um átomo?

0/31 **A** elétrons e fótons

0/31 **B** bósons e férmions

23/31 **C** prótons e nêutrons

8/31 **D** quarks e léptons

7. Como se forma um íon negativo?

4/32 **A** Se forma quando ganha prótons

21/32 **B** Se forma quando ganha elétrons

0/32 **C** Se forma quando ganha nêutrons

7/32 **D** Se forma quando perde elétrons

8. Como se calcula a massa atômica de um átomo?

1/31 **A** É a soma entre elétrons e prótons em um núcleo atômico

0/31 **B** É o produto do número de prótons e de elétrons

29/31 **C** É a soma entre prótons e nêutrons

1/31 **D** É o produto entre prótons e nêutrons

9. Qual a importância da distribuição eletrônica na tabela periódica?

1/31 **A** determina a ordem dos elementos, refletindo a organização alfabética dos símbolos químicos

29/31 **B** influencia as propriedades químicas e físicas dos elementos, pois ela está relacionada à disposição dos elétrons nas camadas eletrônicas, o que impacta na formação de ligações químicas e nas reações químicas.

1/31 **C** é importante apenas para fins estéticos na tabela periódica e não tem influência nas características dos elementos.

0/31 **D** é completamente arbitrária e não tem relação com as propriedades dos elementos.

10. O que é uma ligação iônica e como ela é formada?

3/31 **A** Uma ligação iônica é formada quando um átomo cede prótons a outro átomo.

0/31 **B** Uma ligação iônica é formada quando dois átomos compartilham elétrons igualmente.

18/31 **C** Uma ligação iônica se forma quando um átomo cede elétrons para outro átomo, criando íons com cargas opostas que se atraem.

10/31 **D** Uma ligação iônica se forma quando um átomo ganha elétrons de outro átomo.

11. Qual é a diferença entre uma ligação iônica e uma ligação covalente?

2/31 **A** Numa ligação iónica, os átomos envolvidos são do mesmo elemento, enquanto numa ligação covalente, são de elementos diferentes.

27/31 **B** A diferença está na forma como os elétrons são compartilhados ou transferidos: em uma ligação iônica, os elétrons são transferidos, enquanto em uma ligação covalente, eles são compartilhados.

0/31 **C** A diferença está na força da ligação: uma ligação iônica é mais fraca que uma ligação covalente.

2/31 **D** Numa ligação iônica, os elétrons são compartilhados igualmente, enquanto numa ligação covalente, eles são transferidos de um átomo para outro.

12. Qual a importância da configuração eletrônica na formação de ligações químicas?

5/28 **A** A configuração eletrônica não é importante na formação de ligações químicas

12/28 **B** A configuração eletrônica afeta apenas os elementos metálicos na formação de ligações químicas

7/28 **C** A configuração eletrônica influencia apenas a formação de ligações iônicas, não covalentes.

4/28 **D** A configuração eletrônica influencia apenas a formação de ligações iônicas, não covalentes.

13. Como as ligações químicas são representadas em um diagrama de Lewis?

1/28 **A** Através da transferência de prótons entre átomos.

5/28 **B** Através da emissão de partículas alfa e beta.

6/28 **C** Usando a energia cinética dos elétrons para formar ligações.

16/28 **D** Através de pares de elétrons compartilhados entre átomos.

14. Segundo o modelo de Bohr, em que parte do átomo os elétrons se movem?

1/28 **A** Núcleo

26/28 **B** Camadas eletrônicas

1/28 **C** Prótons

0/28 **D** Nêutrons

15. O que é um íon?

10/28 **A** átomo com carga neutra

1/28 **B** átomo com excesso de nêutrons

15/28 **C** átomo com carga elétrica

2/28 **D** átomo radiotivo

16. Qual tipo de ligação ocorre entre átomos de metal e não metal?

0/0 **A** Iônica

0/0 **B** Covalente

0/0 **C** Metálica

0/0 **D** Polar

17. Sobre os átomos é correto afirmar que

0/0 **A** Embora a palavra átomo tenha origem grega e signifique indivisível, hoje sabemos que o átomo é formado por partículas ainda maiores

0/0 **B** Átomos no estado fundamental são carregados negativamente.

0/0 **C** Um conjunto de átomos com o mesmo número de prótons representa um elemento químico.

0/0 **D** O átomo atualmente é dividido em quatro regiões.

18. O núcleo de um átomo pode ser definido como

0/0 **A** Uma pequena e densa região central, que é responsável por praticamente toda a massa do átomo.

0/0 **B** Uma grande região carregada positivamente, pois é formada apenas por prótons.

0/0 **C** Uma região pequena e neutra, pois é constituída apenas das partículas chamadas de nêutrons.

0/0 **D** Uma região do átomo sem carga, visto que as partículas positivas e negativas se anulam neste espaço.

19. Os estudos sobre a radioatividade levaram o cientista neozelandês Ernest Rutherford a identificar uma região do átomo constituída de grandes espaços vazios chamada de

0/0 **A** Núcleo

0/0 **B** Orbital

0/0 **C** Eletrosfera

0/0 **D** Camada elétrica

20. O sódio é um metal que está presente no primeiro grupo da tabela periódica. O átomo desse elemento pode ser representado por $_{11}Na^{23}$. O número de prótons, elétrons e nêutrons desse elemento é, respectivamente:

0/0 **A** 23, 23 e 11

0/0 **B** 11, 23 e 12

0/0 **C** 12, 12 e 11

0/0 **D** 11, 11 e 12

21. Compostos iônicos correspondem à união de átomos por ligação iônica. Neste tipo de ligação, que ocorre entre um metal e um não metal ou hidrogênio, o metal doa elétrons, formando um cátion e o outro átomo que os recebe é chamado de ânion. Sendo assim cátions e ânions são definidos, respectivamente, por:

0/0 **A** cátions são íons de carga nula e ânions são íons carregados.

0/0 **B** cátions são íons de carga negativa e ânions são íons de carga positiva.

0/0 **C** cátions são íons de carga positiva e ânions são íons de carga negativa.

0/0 **D** cátions são íons de ametais e ânions são íons de metais.

22. Região do átomo onde fazem as ligações químicas é

0/0 **A** Núcleo

0/0 **B** Camada de valência

0/0 **C** Primeira camada

0/0 **D** Camada que tem menos elétrons

23. O compartilhamento de elétrons ocorre principalmente em que tipo de ligação?

0/0 **A** Iônica

0/0 **B** Covalente

0/0 **C** Metálica

0/0 **D** Dipolo-dipolo

24. A distribuição de Bohr é usada para representar:

0/0 **A** A distribuição de elétrons em camadas

0/0 **B** A distribuição de prótons no núcleo

0/0 **C** A distribuição de nêutrons no núcleo

0/0 **D** A distribuição de elétrons em subníveis

25. Qual é a principal propriedade de substâncias iônicas em relação aos pontos de fusão e ebulição?

0/0 A Baixos

0/0 B Altos

0/0 C Médios

0/0 D Variáveis

26. Na ligação covalente, os átomos compartilham elétrons.

0/0 V Verdadeiro

0/0 F Falso

27. Íons têm carga elétrica neutra.

0/0 V Verdadeiro

0/0 F Falso

28. A distribuição de Lewis é usada para representar a ligação iônica.

0/0 V Verdadeiro

0/0 F Falso

29. A ligação metálica envolve o compartilhamento de elétrons entre metais

0/0 V Verdadeiro

0/0 F Falso

30. Substâncias covalentes tendem a ter pontos de fusão e ebulição mais baixos em comparação com substâncias iônicas.

0/0 V Verdadeiro

0/0 F Falso

APÊNDICE 2 – RELATÓRIO DA AULA 2 - APLICAÇÃO DO NEARPOD

Lição: Lição sem título — nearpod Pós-sessão Relatório

Lição	Slides	Autor	Professor	Data	tempo
Lição sem título	4	Caroline Souza Almeida	Caroline Souza Almeid	03/12	15:17

Nº de estudantes

27

Participação do estudante

Quiz

Respostas corretas

Lista de estudantes

	Apelido	Outro	Vídeo
1	A P B B	Xines	29%
2	Ana Clara Lechechen Paolini	Lechechen	64%
3	beatriz petry soares	bibi	64%
4	beatriz talamini		43%
5	Bernardo		50%
6	Clara Moralez da Silva Novais	Clara	57%
7	Clara Santin Vaz	Clara	64%
8	Gabriel		57%
9	Gabriel Lazzaretti dos Reis	Reis	64%
10	Gabriel Santos Jukowski	Jukowski	71%
11	Helena Frason		57%
12	joao		0%
13	Laura sorato	Lala	57%
14	Leonardo Rangel Shirai		43%
15	Lorenzo Henrique	Lorenzo	36%
16	lovato e gabi		64%
17	Manuela	Auchewski	57%
18	maria clara e valentina		57%
19	Maria Clara Trigo	Mari	64%

Lição: Lição sem título — nearpod Pós-sessão Relatório

	Adami		
20	Maria Laura e Isadora V	Maria L e Isa V	57%
21	Marina benevides	Mari	50%
22	Pedeo	Augusyy tu i	43%
23	rafa	luisa	57%
24	Rochaaaaaa	Rochaaaaaa	29%
25	Sarah de Oliveira Bello	Sarah	64%
26	Vicente Pozzo		21%
27	Vinicius	Vida	50%

Vídeo interativo Como o REMÉDIO SABE onde DÓI?

Múltipla escolha - Qual é o princípio ativo de um medicamento?

Data	Apelido	Outro	Resposta	Respostas corretas
03/12/2024	A P B B		Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Ana Clara Lechechen Paolini		Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	beatriz petry soares		Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	beatriz talamini		Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Bernardo		Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Clara Moralez da Silva Novais		Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Clara Santin Vaz		Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Gabriel		Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Gabriel Lazzaretti dos Reis		Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Gabriel Santos Jukowski		Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Helena Frason		Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	joao		Substância que dá volume ao medicamento	✗
03/12/2024	Laura sorato		Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Leonardo Rangel Shirai		Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Lorenzo Henrique		Substância que faz o efeito no corpo	✓

Lição: Lição sem título

nearpod Pós-sessão Relatório

03/12/2024	lovato e gabi	Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Manuela	Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	maria clara e valentina	Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Maria Clara Trigo Adami	Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Maria Laura e Isadora V	Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Marina benevides	Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Pedeo	Substância que dá volume ao medicamento	✗
03/12/2024	rafa	Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Rochaaaaaa	Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Sarah de Oliveira Bello	Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Vicente Pozzo	Substância que faz o efeito no corpo	✓
03/12/2024	Vinicius	Substância que faz o efeito no corpo	✓

Múltipla escolha - Qual é a função das substâncias presentes no comprimido além do princípio ativo? 74%

03/12/2024	A P B B	Todas as opções	✓
03/12/2024	Ana Clara Lechechen Paolini	Todas as opções	✓
03/12/2024	beatriz petry soares	Todas as opções	✓
03/12/2024	beatriz talamini	Proteger o medicamento do oxigênio do ar	✗
03/12/2024	Bernardo	Todas as opções	✓
03/12/2024	Clara Moralez da Silva Novais	Todas as opções	✓
03/12/2024	Clara Santin Vaz	Todas as opções	✓
03/12/2024	Gabriel	Proteger o medicamento do oxigênio do ar	✗
03/12/2024	Gabriel Lazzaretti dos Reis	Todas as opções	✓
03/12/2024	Gabriel Santos Jukowski	Todas as opções	✓
03/12/2024	Helena Frason	Proteger o medicamento do oxigênio do ar	✗
03/12/2024	joao	**Mascarar o sabor do medicamento**	✗
03/12/2024	Laura sorato	Todas as opções	✓
03/12/2024	Leonardo Rangel Shirai	Proteger o medicamento do oxigênio do ar	✗
03/12/2024	Lorenzo Henrique	Todas as opções	✓
03/12/2024	lovato e gabi	Todas as opções	✓

Lição: Lição sem título

nearpod Pós-sessão Relatório

03/12/2024	Manuela	Todas as opções	✓
03/12/2024	maria clara e valentina	Todas as opções	✓
03/12/2024	Maria Clara Trigo Adami	Todas as opções	✓
03/12/2024	Maria Laura e Isadora V	Todas as opções	✓
03/12/2024	Marina benevides	Todas as opções	✓
03/12/2024	Pedeo	Proteger o medicamento do oxigênio do ar	✗
03/12/2024	rafa	Todas as opções	✓
03/12/2024	Rochaaaaaa		✗
03/12/2024	Sarah de Oliveira Bello	Todas as opções	✓
03/12/2024	Vicente Pozzo	Todas as opções	✓
03/12/2024	Vinicius	Todas as opções	✓

Múltipla escolha - Por que é importante que um comprimido seja revestido e não dissolva no estômago? 15%

03/12/2024	A P B B	**Para evitar que o medicamento oxide**	✗
03/12/2024	Ana Clara Lechechen Paolini	**Para evitar que o medicamento se perca no caminho**	✗
03/12/2024	beatriz petry soares	**Para evitar que o medicamento se perca no caminho**	✗
03/12/2024	beatriz talamini	Para evitar que o medicamento cause dor no estômago	✗
03/12/2024	Bernardo	**Para evitar que o medicamento se perca no caminho**	✗
03/12/2024	Clara Moralez da Silva Novais	**Para evitar que o medicamento se perca no caminho**	✗
03/12/2024	Clara Santin Vaz	**Para evitar que o medicamento oxide**	✗
03/12/2024	Gabriel	Todas as opções anteriores	✓
03/12/2024	Gabriel Lazzaretti dos Reis	**Para evitar que o medicamento se perca no caminho**	✗
03/12/2024	Gabriel Santos Jukowski	Todas as opções anteriores	✓
03/12/2024	Helena Frason	Todas as opções anteriores	✓
03/12/2024	joao	**Para evitar que o medicamento se perca no caminho**	✗
03/12/2024	Laura sorato	**Para evitar que o medicamento se perca no caminho**	✗
03/12/2024	Leonardo Rangel Shirai	**Para evitar que o medicamento se perca no caminho**	✗
03/12/2024	Lorenzo Henrique	**Para evitar que o medicamento oxide**	✗
03/12/2024	lovato e gabi	**Para evitar que o medicamento se perca no caminho**	✗
03/12/2024	Manuela	**Para evitar que o medicamento se perca no caminho**	✗

Lição: Lição sem título

nearpod Pós-sessão Relatório

03/12/2024	maria clara e valentina	Para evitar que o medicamento oxide	✗
03/12/2024	Maria Clara Trigo Adami	Para evitar que o medicamento oxide	✗
03/12/2024	Maria Laura e Isadora V	Para evitar que o medicamento oxide	✗
03/12/2024	Marina benevides	Para evitar que o medicamento se perca no caminho	✗
03/12/2024	Pedeo	Todas as opções anteriores	✓
03/12/2024	rafa	Para evitar que o medicamento oxide	✗
03/12/2024	Rochaaaaaa	Para evitar que o medicamento oxide	✗
03/12/2024	Sarah de Oliveira Bello	Para evitar que o medicamento oxide	✗
03/12/2024	Vicente Pozzo	Para evitar que o medicamento oxide	✗
03/12/2024	Vinicius	Para evitar que o medicamento se perca no caminho	✗

Múltipla escolha - O que acontece com o medicamento quando ele é dissolvido no estômago? 96%

03/12/2024	A P B B	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Ana Clara Lechechen Paolini	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	beatriz petry soares	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	beatriz talamini	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Bernardo	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Clara Moralez da Silva Novais	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Clara Santin Vaz	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Gabriel	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Gabriel Lazzaretti dos Reis	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Gabriel Santos Jukowski	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Helena Frason	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	joao	Ele se torna inativo devido ao ácido do estômago	✗
03/12/2024	Laura sorato	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Leonardo Rangel Shirai	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Lorenzo Henrique	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	lovato e gabi	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Manuela	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	maria clara e valentina	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓

Lição: Lição sem título

nearpod Pós-sessão Relatório

03/12/2024	Maria Clara Trigo Adami	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Maria Laura e Isadora V	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Marina benevides	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Pedeo	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	rafa	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Rochaaaaaa	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Sarah de Oliveira Bello	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Vicente Pozzo	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓
03/12/2024	Vinicius	Ele é absorvido diretamente pela corrente sanguínea	✓

Múltipla escolha - Por que um mesmo medicamento pode causar efeitos colaterais em diferentes partes do corpo? 85%

03/12/2024	A P B B	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Ana Clara Lechechen Paolini	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	beatriz petry soares	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	beatriz talamini	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Bernardo	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Clara Moralez da Silva Novais	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Clara Santin Vaz	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Gabriel	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Gabriel Lazzaretti dos Reis	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Gabriel Santos Jukowski	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Helena Frason	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	joao		✗
03/12/2024	Laura sorato	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Leonardo Rangel Shirai	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Lorenzo Henrique	Porque o medicamento não é absorvido pelo corpo	✗
03/12/2024	lovato e gabi	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Manuela	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	maria clara e valentina	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Maria Clara Trigo Adami	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓

Lição: Lição sem título — nearpod Pós-sessão Relatório

03/12/2024	Maria Laura e Isadora V	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Marina benevides	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Pedeo		✗
03/12/2024	rafa	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Rochaaaaaa	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Sarah de Oliveira Bello	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓
03/12/2024	Vicente Pozzo		✗
03/12/2024	Vinicius	Porque o medicamento se encaixa em várias partes do corpo	✓

Múltipla escolha - Qual é o objetivo dos cientistas que pesquisam sobre medicamentos? 78%

03/12/2024	A P B B		✗
03/12/2024	Ana Clara Lechechen Paolini	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	beatriz petry soares	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	beatriz talamini	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	Bernardo	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	Clara Moralez da Silva Novais	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	Clara Santin Vaz	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	Gabriel	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	Gabriel Lazzaretti dos Reis	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	Gabriel Santos Jukowski	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	Helena Frason	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	joao	Criar medicamentos mais ineficazes	✗
03/12/2024	Laura sorato	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	Leonardo Rangel Shirai		✗
03/12/2024	Lorenzo Henrique	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	lovato e gabi	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	Manuela	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	maria clara e valentina	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	Maria Clara Trigo Adami	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	Maria Laura e Isadora V	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓

Lição: Lição sem título — nearpod Pós-sessão Relatório

03/12/2024	Marina benevides	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	Pedeo		✗
03/12/2024	rafa	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	Rochaaaaaa		✗
03/12/2024	Sarah de Oliveira Bello	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓
03/12/2024	Vicente Pozzo		✗
03/12/2024	Vinicius	Diminuir a quantidade de efeitos colaterais dos medicamentos	✓

Múltipla escolha - O que determina onde um medicamento vai fazer efeito no corpo? 81%

03/12/2024	A P B B		✗
03/12/2024	Ana Clara Lechechen Paolini	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	beatriz petry soares	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	beatriz talamini	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	Bernardo	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	Clara Moralez da Silva Novais	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	Clara Santin Vaz	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	Gabriel	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	Gabriel Lazzaretti dos Reis	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	Gabriel Santos Jukowski	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	Helena Frason	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	joao		✗
03/12/2024	Laura sorato	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓

Lição: Lição sem título

nearpod Pós-sessão Relatório

03/12/2024	Leonardo Rangel Shirai	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	Lorenzo Henrique	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	lovato e gabi	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	Manuela	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	maria clara e valentina	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	Maria Clara Trigo Adami	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	Maria Laura e Isadora V	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	Marina benevides	A parte do corpo onde a dor é mais intensa	✗
03/12/2024	Pedeo		✗
03/12/2024	rafa	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	Rochaaaaaa	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	Sarah de Oliveira Bello	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓
03/12/2024	Vicente Pozzo		✗
03/12/2024	Vinicius	A capacidade do medicamento de se encaixar em determinadas partes do corpo	✓

Lição: Lição sem título

nearpod Pós-sessão Relatório

Vídeo interativo

27%

Data	Apelido	Outro	Resposta	Respostas corretas
Múltipla escolha - Quantos elementos químicos diferentes formam o universo observável?				15%
03/12/2024	A P B B			✗
03/12/2024	Ana Clara Lechechen Paolini		Mais de 100	✗
03/12/2024	beatriz petry soares		Mais de 100	✗
03/12/2024	beatriz talamini		Mais de 100	✗
03/12/2024	Bernardo		Mais de 100	✗
03/12/2024	Clara Moralez da Silva Novais		Mais de 100	✗
03/12/2024	Clara Santin Vaz		Mais de 100	✗
03/12/2024	Gabriel		Pouco mais de 90	✓
03/12/2024	Gabriel Lazzaretti dos Reis		Mais de 100	✗
03/12/2024	Gabriel Santos Jukowski		Pouco mais de 90	✓
03/12/2024	Helena Frason		Mais de 100	✗
03/12/2024	joao			✗
03/12/2024	Laura sorato		Pouco mais de 90	✓
03/12/2024	Leonardo Rangel Shirai		Mais de 100	✗
03/12/2024	Lorenzo Henrique		Mais de 100	✗
03/12/2024	lovato e gabi		Mais de 100	✗
03/12/2024	Manuela		Mais de 100	✗
03/12/2024	maria clara e valentina		Mais de 100	✗
03/12/2024	Maria Clara Trigo Adami		Mais de 100	✗
03/12/2024	Maria Laura e Isadora V		Mais de 100	✗
03/12/2024	Marina benevides		Mais de 100	✗
03/12/2024	Pedeo		Pouco mais de 90	✓
03/12/2024	rafa		Mais de 100	✗
03/12/2024	Rochaaaaaa			✗
03/12/2024	Sarah de Oliveira Bello		Mais de 100	✗

Lição: Lição sem título — nearpod Pós-sessão Relatório

03/12/2024	Vicente Pozzo		✗
03/12/2024	Vinicius	**Mais de 100**	✗

Múltipla escolha - Por que os átomos se combinam para formar moléculas? — 70%

03/12/2024	A P B B		✗
03/12/2024	Ana Clara Lechechen Paolini	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	beatriz petry soares	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	beatriz talamini	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	Bernardo	**Porque fica mais harmonioso**	✗
03/12/2024	Clara Moralez da Silva Novais	**Porque fica mais harmonioso**	✗
03/12/2024	Clara Santin Vaz	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	Gabriel	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	Gabriel Lazzaretti dos Reis	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	Gabriel Santos Jukowski	**Porque fica mais harmonioso**	✗
03/12/2024	Helena Frason	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	joao		✗
03/12/2024	Laura sorato	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	Leonardo Rangel Shirai	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	Lorenzo Henrique	**Porque fica mais harmonioso**	✗
03/12/2024	lovato e gabi	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	Manuela	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	maria clara e valentina	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	Maria Clara Trigo Adami	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	Maria Laura e Isadora V	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	Marina benevides	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	Pedeo	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	rafa	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	Rochaaaaaa		✗
03/12/2024	Sarah de Oliveira Bello	Porque são mais estáveis	✓
03/12/2024	Vicente Pozzo		✗

Lição: Lição sem título — nearpod Pós-sessão Relatório

03/12/2024	Vinicius	Porque são mais estáveis	✓

Múltipla escolha - Qual a parte mais externa de um átomo? — 67%

03/12/2024	A P B B		✗
03/12/2024	Ana Clara Lechechen Paolini	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	beatriz petry soares	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	beatriz talamini		✗
03/12/2024	Bernardo	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	Clara Moralez da Silva Novais	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	Clara Santin Vaz	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	Gabriel		✗
03/12/2024	Gabriel Lazzaretti dos Reis	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	Gabriel Santos Jukowski	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	Helena Frason	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	joao		✗
03/12/2024	Laura sorato	Região cheia de prótons	✗
03/12/2024	Leonardo Rangel Shirai	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	Lorenzo Henrique	Núcleo do átomo	✗
03/12/2024	lovato e gabi	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	Manuela	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	maria clara e valentina	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	Maria Clara Trigo Adami	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	Maria Laura e Isadora V	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	Marina benevides	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	Pedeo	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	rafa	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	Rochaaaaaa		✗
03/12/2024	Sarah de Oliveira Bello	Região onde os elétrons se movem	✓
03/12/2024	Vicente Pozzo		✗
03/12/2024	Vinicius		✗

Lição: Lição sem título — nearpod Pós-sessão Relatório

Múltipla escolha - O que é descrito pelas funções de onda na mecânica quântica? 37%

03/12/2024	A P B B	
03/12/2024	Ana Clara Lechechen Paolini	A probabilidade de encontrar um elétron
03/12/2024	beatriz petry soares	A probabilidade de encontrar um elétron
03/12/2024	beatriz talamini	A massa dos elétrons
03/12/2024	Bernardo	A massa dos elétrons
03/12/2024	Clara Moralez da Silva Novais	A probabilidade de encontrar um elétron
03/12/2024	Clara Santin Vaz	A probabilidade de encontrar um elétron
03/12/2024	Gabriel	A cor dos átomos
03/12/2024	Gabriel Lazzaretti dos Reis	A probabilidade de encontrar um elétron
03/12/2024	Gabriel Santos Jukowski	A probabilidade de encontrar um elétron
03/12/2024	Helena Frason	A massa dos elétrons
03/12/2024	joao	
03/12/2024	Laura sorato	A massa dos elétrons
03/12/2024	Leonardo Rangel Shirai	A massa dos elétrons
03/12/2024	Lorenzo Henrique	
03/12/2024	lovato e gabi	A probabilidade de encontrar um elétron
03/12/2024	Manuela	A massa dos elétrons
03/12/2024	maria clara e valentina	A temperatura dos átomos
03/12/2024	Maria Clara Trigo Adami	A probabilidade de encontrar um elétron
03/12/2024	Maria Laura e Isadora V	A cor dos átomos
03/12/2024	Marina benevides	A massa dos elétrons
03/12/2024	Pedeo	A probabilidade de encontrar um elétron
03/12/2024	rafa	A massa dos elétrons
03/12/2024	Rochaaaaaa	
03/12/2024	Sarah de Oliveira Bello	A probabilidade de encontrar um elétron
03/12/2024	Vicente Pozzo	
03/12/2024	Vinicius	A temperatura dos átomos

Múltipla escolha - Qual o átomo mais simples de todos? 0%

Lição: Lição sem título — nearpod Pós-sessão Relatório

03/12/2024	A P B B	
03/12/2024	Ana Clara Lechechen Paolini	
03/12/2024	beatriz petry soares	
03/12/2024	beatriz talamini	
03/12/2024	Bernardo	
03/12/2024	Clara Moralez da Silva Novais	
03/12/2024	Clara Santin Vaz	
03/12/2024	Gabriel	
03/12/2024	Gabriel Lazzaretti dos Reis	
03/12/2024	Gabriel Santos Jukowski	
03/12/2024	Helena Frason	
03/12/2024	joao	
03/12/2024	Laura sorato	
03/12/2024	Leonardo Rangel Shirai	
03/12/2024	Lorenzo Henrique	
03/12/2024	lovato e gabi	
03/12/2024	Manuela	
03/12/2024	maria clara e valentina	
03/12/2024	Maria Clara Trigo Adami	
03/12/2024	Maria Laura e Isadora V	
03/12/2024	Marina benevides	
03/12/2024	Pedeo	
03/12/2024	rafa	
03/12/2024	Rochaaaaaa	
03/12/2024	Sarah de Oliveira Bello	
03/12/2024	Vicente Pozzo	
03/12/2024	Vinicius	

Múltipla escolha - O que acontece se os átomos se aproximarem muito na ligação química? 0%

03/12/2024	A P B B	

Lição: Lição sem título

nearpod Pós-sessão Relatório

03/12/2024	Ana Clara Lechechen Paolini
03/12/2024	beatriz petry soares
03/12/2024	beatriz talamini
03/12/2024	Bernardo
03/12/2024	Clara Moralez da Silva Novais
03/12/2024	Clara Santin Vaz
03/12/2024	Gabriel
03/12/2024	Gabriel Lazzaretti dos Reis
03/12/2024	Gabriel Santos Jukowski
03/12/2024	Helena Frason
03/12/2024	joao
03/12/2024	Laura sorato
03/12/2024	Leonardo Rangel Shirai
03/12/2024	Lorenzo Henrique
03/12/2024	lovato e gabi
03/12/2024	Manuela
03/12/2024	maria clara e valentina
03/12/2024	Maria Clara Trigo Adami
03/12/2024	Maria Laura e Isadora V
03/12/2024	Marina benevides
03/12/2024	Pedeo
03/12/2024	rafa
03/12/2024	Rochaaaaaa
03/12/2024	Sarah de Oliveira Bello
03/12/2024	Vicente Pozzo
03/12/2024	Vinicius

Múltipla escolha - O que representa a menor energia possível para a existência de um átomo? 0%

03/12/2024	A P B B
03/12/2024	Ana Clara Lechechen Paolini

Lição: Lição sem título

nearpod Pós-sessão Relatório

03/12/2024	beatriz petry soares
03/12/2024	beatriz talamini
03/12/2024	Bernardo
03/12/2024	Clara Moralez da Silva Novais
03/12/2024	Clara Santin Vaz
03/12/2024	Gabriel
03/12/2024	Gabriel Lazzaretti dos Reis
03/12/2024	Gabriel Santos Jukowski
03/12/2024	Helena Frason
03/12/2024	joao
03/12/2024	Laura sorato
03/12/2024	Leonardo Rangel Shirai
03/12/2024	Lorenzo Henrique
03/12/2024	lovato e gabi
03/12/2024	Manuela
03/12/2024	maria clara e valentina
03/12/2024	Maria Clara Trigo Adami
03/12/2024	Maria Laura e Isadora V
03/12/2024	Marina benevides
03/12/2024	Pedeo
03/12/2024	rafa
03/12/2024	Rochaaaaaa
03/12/2024	Sarah de Oliveira Bello
03/12/2024	Vicente Pozzo
03/12/2024	Vinicius

APÊNDICE 3 – ATIVIDADE SOBRE LIGAÇÕES IÔNICAS

COLÉGIO MARISTA
SANTA MARIA

Aluno (a):	Nº:	Ano/Série: 1ª	Turma:
Professores: Caroline		Data: / /	
Componente Curricular: Química			
QUÍMICA LAB-TECH – LIGAÇÕES IÔNICAS			

Por que raios, mar e rios não combinam?

_____
_____
_____

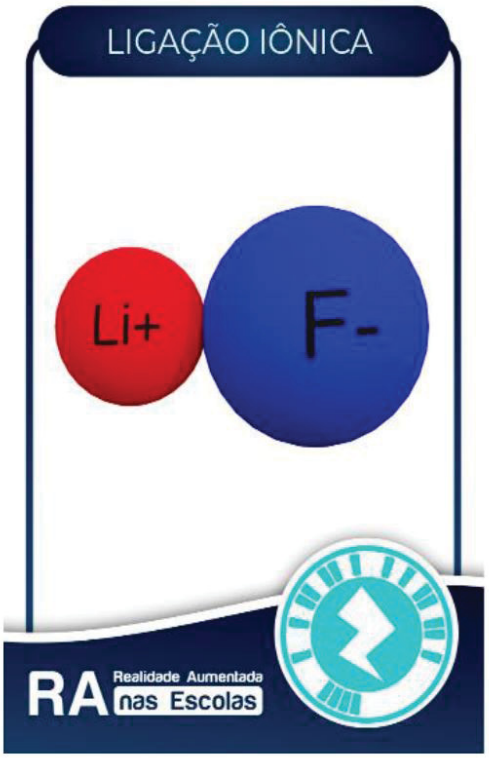
Quando falamos em condutividade, estamos nos referindo a condução de corrente elétrica e que esta ocorre através da mobilidade de íons no material. Ou seja, para que ocorra condução de corrente elétrica em um circuito é necessário que em toda sua extensão existam cargas elétricas e que estas possam se movimentar.

Como é possível que a existência de cargas elétricas dentro da água?

_____
_____

Para responder de forma completa a esta pergunta utilizaremos os aplicativos Zappar e 3D Inorganic Chemistry.

1ª Parte - O aplicativo Zappar é um leitor de imagens em realidade aumentada, depois de baixa-lo vocês irão escanear a imagem da página seguinte:



Após escanear, irá aparecer os átomos de lítio e flúor, em um primeiro momento vocês devem tentar identificar a quantidade de camadas e elétrons em cada camada, de cada elemento:

a) Lítio (Li):

_____
_____
_____
_____

b) Flúor (F):

_____
_____
_____
_____

c) O que você observou que aconteceu com os átomos?

_____
_____
_____
_____

d) Esse tipo de ligação acontece sempre entre elementos que são metais e não metais, onde os metais irão _____ elétrons e os não metais irão _____ elétrons.

Neste aplicativo tem disponível a opção de quis, onde você pode testar seus conhecimentos acerca de ligações iônicas.

2ª Parte – No aplicativo 3D Inorganic Chemistry você deve acessar a aba Ligação Iônica, assim como no aplicativo anterior:
a) Identifique os elementos e a quantidade de camadas e elétrons em cada camada dos respectivos.
_____
_____

b) No canto superior esquerdo tem um botão que aparenta uma folha, esse é o menu, agora selecione a reação entre os dois, observe o que aconteceu e descreva:
_____
_____

c) Selecione agora o resultado da reação, você saberia descrever o nome da figura que aparece? Caso não saiba comente com seus colegas e permanecendo a dúvida converse com a professora:
_____

3ª Parte – O que é que conduz eletricidade? Vamos pôr em prática, para o seu grupo está disponível um condutivímetro, três béqueres e sal.

- O primeiro béquer deve estar seco e ser adicionado somente o sal;
- No segundo béquer adicionar 60 mL de água e uma ponta de espátula de sal;
- No terceiro e último béquer adicionar 60 mL de água e duas espátulas de sal;

- Após preparadas as soluções chame uma das professoras para auxiliar no manuseio do condutivímetro. MUITO CUIDADO, estamos trabalhando com energia elétrica e qualquer descuido pode causar um acidente!

Nos quadros abaixo você irá anotar o que foi observado, justificando a possível causa para isso acontecer baseado nas representações que vimos anteriormente nos aplicativos.

Sal	Água e pouco sal	Água e muito sal

APÊNDICE 4 – ATIVIDADE SOBRE LIGAÇÕES METÁLICAS

COLÉGIO MARISTA
SANTA MARIA

Aluno (a):	Nº:	Ano/Série:	Turma:
Professores:		Data: / /	
Componente Curricular:			
QUÍMICA LAB-TECH – LIGAÇÃO METÁLICA			

Escolha um metal de estimação que nenhum colega tenha escolhido:

A partir do aplicativo EleMend 3D Periodic Table, selecione o metal escolhido e responda com os dados encontrados no aplicativo.

Qual a cor do metal?	
Qual sua densidade?	
Qual os pontos de fusão e ebulição?	
Faça a distribuição eletrônica indicando a quantidade de elétrons de valência.	
Observar a célula unitária e indique como ele se arranja.	
Qual magnetismo?	
Qual sua abundância?	
Qual sua condutividade térmica?	

Encontre na tabela virtual do aplicativo EleMend um elemento que não seja um metal e compare os pontos de fusão e ebulição, e a condutividade térmica com o metal anteriormente escolhido. Possui semelhanças ou diferenças? Como você explica o que foi comparado?

_____

_____

_____

_____

_____

Após elaborar sua hipótese utilize a internet (pode usar o chat GPT) para confirmar se está certa ou não, também pesquise como acontece uma ligação entre metais e se essa definição ajuda na explicação.

_____
_____
_____
_____

Por fim pesquise para qual finalidade se usa normalmente este metal e por quê? Se for usado em ligas indique quais.

_____
_____
_____

APÊNDICE 5 - RESPOSTAS DISCURSIVAS DO QUESTIONÁRIO APLICADO

Indivíduo	Pergunta 1: Qual foi a maior vantagem que você percebeu no uso de aplicativos para aprender sobre ligações químicas?
1	Sobre os modelos atômicos, onde fica fácil o entendimento
2	Ajudou a compreender a matéria da quimica
3	Visualizar melhor as moléculas
4	De que eu melhorei nesse assunto.
5	Me ajudou a entender melhor como são as moléculas microscópicas
6	foi mais fácil de visualizar as ligações e reações
7	Acho q a interação com a internet que hoje eme dia é algo que prende mt a atenção
8	Só em compreender com são as estruturas
9	A visualização dos elementos e suas ligações que não são visíveis a olho nu
10	Facilidade em entender o conteudo
11	Os aplicativos são ótimos para memorizar e compreender como cada coisa funciona.
12	Facilidade na compreensão
13	Eu consegui entender melhor como realmente funciona as ligações, de forma mais simples.
14	As representações que me ajudaram a ter uma melhor visualização
15	Deixa a aula mais interessante, e as representações e interações ajudam a entender.
16	Consegui ver como as ligações funcionam, ao invés de ter que imaginá-las. Com a imagem visual das ligações, entender seu funcionamento ficou muito mais fácil
17	o envolvimento com outros colegas e a dinâmica
18	Bastante

19	A melhor visibilidade das ligações
20	Que é bem mais facil de compreender
21	A dinâmica, a interatividade das aulas e a facilidade de compreensão
22	A visualização das moléculas é suas ligações
23	Poder visualizar melhor
24	Outro meio de aprender
Indivíduo	**Pergunta 2: Houve alguma dificuldade ou desvantagem no uso de dispositivos móveis durante as aulas de química? Se sim, quais foram?**
1	Não
2	Não
3	Dificuldade para o uso
4	Sim eu não conseguia baixar os aplicativos
5	Não
6	acho que a distração
7	Eu particularmente n gostei mt era mt complicado o uso
8	Sim, eu sou uma pessoa que consigo entender as coisas fazendo experiências. E o uso de aplicativos só fez com que eu me confundisse.
9	Acredito que não houveram dificuldades ou desvantagens
10	Aplicativos um pouco complexos de usar
11	Não houve dificuldades.
12	Uma pequena dificuldade em usar os aplicativos
13	Alguns dos aplicativos eram meio difíceis de entender, mas no geral foi otimo
14	Demora um pouco para entender como funciona
15	As vezes, quando nao carregava, ou demorava muito para carregar.
16	Não
17	sim, o fato de alguns aplicativos não funcionarem em determinados dispositivos ou versões
18	Claro

19	Nao
20	Não
21	Não.
22	Não gostei muito,achei complicado mexer com os apps.
23	Sim, melhor visualização das moléculas
24	Sim, a distracao de estar com o celular na mao
Indivíduo	**Pergunta 3: De que maneira o uso de tecnologias e de aplicativos influenciou a sua compreensão nos três níveis de conhecimento químico: i) microscópica (que não é possível ser vista), ii) macroscópica (as propriedades que as substâncias possuem) e iii) simbólica (representação dos compostos por fórmulas químicas).**
1	iii
2	Me ajudou a compreender a matéria da qui.ica utilizando de tecnologias atuais me ajudando a compreender a matéria melhor
3	iii
4	Faltei essa aula
5	i) microscópica
6	me ajudou a entender melhor como as coisas funcionavam, porque eu conseguia ver as reações acontecendo
7	Simbólica
8	Pouco
9	Acho que foi essencial pra compreender principalmente os níveis microscópicos e macroscópicos.
10	Os aplicativos ajudaram a entender os três conteúdos de modo geral
11	Ajudou a compreender o que é cada símbolo, as propriedades, etc.
12	I)microscópica: ótimo, melhorou muito a visualização do conteúdo;II)macroscópicas: não mudou muita coisa, mas ajudou;III)símbolica: ajudou muito com a compreensão de como os compostos são formados

13	Ajudou muito, as coisas menores eu consegui entender melhor.
14	Elas me ajudam a ter uma melhor visualização no geral e entender como funcionam
15	Ajudou a poder observar no nivel microscopico, apresentando imagens, ajudou com a interacao a entender as propriedades e ajudou a decorar algumas formulas.
16	Consegui ter uma imagem “real” desses assuntos.
17	todas as alternativas
18	Muitas compreencoes
19	Ajudou bastante e foi bem simbolico
20	Influenciou bastante
21	i) os dispositivos facilitaram a visualização dos organismos ii) os dispositivos ajudaram a compreender as substancias contidas nos organismos iii) o uso de aplicativos e dispositivos ajudou na visualização das formulas quimicas
22	Deixou mais fácil a compreensão pois dava visualização maior.
23	Ajudou muito em todas as áreas
24	Influenciou muito positivamente e uma ajuda boa
Indivíduo	**Pergunta 4: Você acredita que o uso de aplicativos e tecnologias para compreender o conteúdo de ligações químicas lhe mostrou um campo mais simbólico da química?**
1	Sim
2	Sim , valeu
3	Sim
4	Sim eles me ajudaram muito
5	Sim
6	sim
7	Mostrou uma tea que nunca tinha visto
8	Não
9	Sim

10	sim, tanto pelo meu interesse elevado e a facilidade em aprender
11	Sim, consegui entender mais os assuntos que foram passados.
12	Sim, meu grande intelecto facilitou o aprendizado em conjunto com aplicativos
13	Sim
14	Sim
15	Sim, e deixa as aulas mais interessantes.
16	Sim
17	sim
18	Claramente
19	Sim
20	Sim
21	Sim
22	Sim.
23	Sim
24	Sim, muito bom
Indivíduo	**Pergunta 5: O uso de aplicativos lhe oportunizou entender como ocorrem as ligações químicas de forma microscópica, devido a transferência e compartilhamento dos elétrons?**
1	Não
2	Sim , muito claramente
3	Sim , foi muito bom
4	Sim foi ótimo
5	Sim
6	sim
7	Em partes sim
8	Sim
9	Sim, foi bem útil pra compreensão das ligações
10	meu aprendizado foi facilitado pelos aplicativos
11	Sim.

12	Sim, facilitou muito em sua compreensão
13	Simm
14	Ele me ajudou em partes mas achei mais complicado do que anotando, mas para a visualização foi efetivo
15	Sim, ajudou a entender, e conseguir realizar ligacoes ionicas no conteudo.
16	Sim
17	sim
18	Massa fera
19	Sim
20	Sim
21	Sim
22	Sim,o uso dos aplicativos ajudou na visualização só.
23	Sim
24	Sim, otimo recurso