



USO DE APLICATIVOS NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE À LUZ DOS NÍVEIS REPRESENTACIONAIS

Débora L. Kurz^{2*} (PG), Everton Bedin¹ (PQ), Thayse G. I. da Silva¹ (PG), Arilson S. da Silva¹ (PG), Pedro H. D. Bellardo³ (IC), Lucas E. de Siqueira¹ (PG), Daniel L. Salcedo¹ (PG). deboraluana@unisc.br

¹Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática - PPGECEM - Universidade Federal do Paraná - UFPR - Rua Cel. Francisco Heráclito dos Santos, nº 100 - Jardim das Américas - Centro Politécnico - 4º andar - Edifício das salas PAs - Curitiba, Paraná, Brasil, CEP 81531-980.

²Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática - PPGECEM - Universidade Luterana do Brasil - ULBRA - Avenida Farroupilha, nº 8001 - São José - Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil, CEP 92425-900.

³Departamento de Química - Universidade Federal do Paraná - UFPR - Rua Cel. Francisco Heráclito dos Santos, nº 100 - Jardim das Américas - Centro Politécnico - Curitiba, Paraná, Brasil, CEP 81531-980.

Palavras-Chave: Ensino de Química, Níveis representacionais, Aplicativos educacionais.

RESUMO: ESTA PESQUISA VISA ANALISAR O USO DO APLICATIVO "ÁTOMOS, ELEMENTOS E MOLÉCULAS" COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE QUÍMICA, EM ESPECÍFICO PARA O ESTUDO DO COMPORTAMENTO DAS PARTÍCULAS NOS ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA, CONSIDERANDO OS NÍVEIS REPRESENTACIONAIS PROPOSTOS POR JOHNSTONE (1993). DESTE MODO, NA PRETENSÃO DE ENTENDER COMO ESSE APLICATIVO COLABORA PARA O ENTENDIMENTO DA QUÍMICA NA PERSPECTIVA DOS NÍVEIS REPRESENTACIONAIS, FOI REALIZADA UMA ANÁLISE DETALHADA NELE, NO QUE TANGE INFORMAÇÕES, SIMULAÇÕES E ATIVIDADES PROPOSTAS. OS RESULTADOS OBSERVADOS INDICAM QUE O APLICATIVO, ALÉM DE COLABORAR PARA O ENTENDIMENTO DA QUÍMICA SOB A PERSPECTIVA SUBMICROSCÓPICA, VISTO QUE DISPÕE DE RECURSOS QUE PROPORCIONAM AO ESTUDANTE VISUALIZAR AS REPRESENTAÇÕES DAS PARTÍCULAS ENVOLVIDAS, CONTRIBUI PARA O DESENVOLVIMENTO DAS COMPETÊNCIAS RELACIONADAS AOS DIFERENTES NÍVEIS REPRESENTACIONAIS, NA MEDIDA QUE APRESENTA SITUAÇÕES REAIS ARTICULADAS AOS CÓDIGOS CARACTERÍSTICOS DA LINGUAGEM CIENTÍFICA, CONTRIBUINDO, INCLUSIVE, PARA A TRANSIÇÃO ENTRE OS NÍVEIS MACROSCÓPICO, SUBMICROSCÓPICO E SIMBÓLICO.

INTRODUÇÃO

Química, de acordo com Johnstone (1993), pode ser interpretada a partir de três componentes estruturais para a sua eficácia. Ou seja, por intermédio dos níveis representacionais do conhecimento científico, sendo o macroscópico, o simbólico e o submicroscópico, a Química passa a ser compreendida em, quiçá, sua inteira expressividade. A concepção dos níveis é reconhecida e aceita entre os autores de pesquisas relacionadas ao ensino de Química, contudo, não há um consenso em relação a terminologia utilizada para designar cada um dos níveis mensurados, podendo haver variações de nomenclatura entre os estudos da área (LOCATELLI; FERNANDES, 2021). Nas pesquisas de Gilbert e Treagust (2009, p. 6), por exemplo, são utilizadas as terminologias "macro", "submicro" e "simbólico", modelo que orientará esta investigação sobre o aplicativo (App) "Átomos, Moléculas e Elementos", elaborado pela Evobooks¹, plataforma que desenvolve conteúdos interativos.

No que tange o nível macro, entende-se que este se refere aos fenômenos perceptíveis aos nossos sentidos e, portanto, são experienciados pelos sujeitos na vida

¹ Embora o aplicativo mencionado seja gratuito para download nas lojas de aplicativos, ele é desenvolvido pela plataforma de conteúdos interativos chamada Universo Inspira, que propõe uma assinatura mensal para o acesso a todo o seu conteúdo: <https://universoinspira.com/>



cotidiana (JOHNSTONE, 1993; GILBERT; TREAGUST, 2009; RAHAYU; KITA, 2010; LOCATELLI; FERNANDES, 2021). Em menção ao nível submicro, é possível defini-lo como aquele que dispõe de uma explicação molecular do fenômeno sob investigação, considerando, sobretudo, átomos, íons, moléculas e outros. Contudo, é importante mencionar que o nível submicro é representado por modelos, que por sua vez não retratam o que de fato ocorre na respectiva escala em questão, mas buscam traçar uma representação para colaborar na compreensão de algo abstrato. Em outras palavras, estes modelos podem ser imagens, simulações, ilustrações, atividades experimentais e outros recursos que auxiliam na compreensão do conhecimento científico. Em síntese, tem-se que a diferença entre os níveis representacionais se detém a escala, em que um é visível e outro invisível.

O terceiro nível é o simbólico, e está voltado ao entendimento, por exemplo, dos símbolos atribuídos na representação dos átomos ou, ainda, nas letras utilizadas para indicar os estados físicos em que as substâncias presentes em uma reação química se encontram (JOHNSTONE, 1993; GILBERT; TREAGUST, 2009; BEDIN; MARQUES; CLEOPHAS, 2023). Portanto, o nível simbólico se constitui como a linguagem empregada no componente Química, bem como pode ser considerado uma representação dos níveis submicro e macro, se constituindo como um importante elo entre os níveis (FERNANDES; LOCATELLI, 2021). Como indicam os autores, é importante que a linguagem, os conceitos e os símbolos característicos da Química estejam diretamente articulados a um contexto, de modo que se constituam como palavras permeadas de sentidos e significados, ao invés de vocábulo insólito para justificar determinado fenômeno ou comportamento.

Neste contexto, considerar os níveis representativos macro, submicro e simbólico, assim como a transição entre eles, é importante na medida que colaboram para a compreensão do comportamento das partículas nos três estados físicos mais comuns da matéria (JOHNSTONE, 1993). Complementarmente, Upahi e Ramnarain (2019) ressaltam que para a compreensão dos objetos de conhecimento relacionados a Química, como o mencionado, é necessário que os estudantes sejam capazes de transitar entre os níveis representacionais, sendo, portanto, importante desenvolver esta competência por meio de diferentes recursos de aprendizagem, tais como o uso de App educacionais que dispõem de modelos explicativos à nível submicro para subsidiar a compreensão do fenômeno nas perspectivas macro e simbólica (KEINER; GRAULICH, 2019; FERNANDES; LOCATELLI, 2021).

De acordo com Ferreira e colegas (2021), os App de cunho pedagógico que utilizam simulações computacionais como ferramenta interativa têm um grande potencial para contribuir com o ensino de Química, visto que colaboram para minimizar a abstração inerente a este componente curricular. Isto é interessante porque os App proporcionam a visualização do modelo de partículas utilizadas para compreender as características submicroscópicas a partir do fenômeno macroscópico analisado, o que é potencialmente benéfico para os estudantes, pois lhes proporciona a visualização de processos químicos e físicos em uma escala molecular. Ademais, por meio dessas simulações, os alunos têm a oportunidade de explorar e experimentar de forma interativa os conceitos e os princípios químicos, facilitando a apreensão dos fenômenos e colaborando para o processo de construção do conhecimento. Dessa forma, o uso desses App pedagógicos enriquece o ensino de Química, tornando-o mais envolvente, acessível e promovendo uma aprendizagem mais efetiva (FERREIRA et al., 2021).



Nessa perspectiva, sugere-se o uso do App “Átomos, Elementos e Moléculas”, disponível na Google Play² e na App Store³, como um recurso pedagógico para discutir a respeito do comportamento das partículas nos diferentes estados da matéria, bem como investigar a influência da temperatura e da pressão atmosférica nas mudanças de estado físico, pois se propicia aos alunos a transição nos diferentes níveis representacionais da Química. Afinal, o App oportuniza a visualização de fenômenos reais e de experimentos virtuais atrelados ao objeto de conhecimento em discussão, com descrições minuciosas dos acontecimentos, que foram projetados para a navegação nas três dimensões, permitindo aos usuários do App interagir com a plataforma, observar de forma dinâmica e intuitiva o comportamento das partículas da matéria nos três estados sólido, líquido e gasoso (FIRMINO et al., 2019; JESUS, 2020).

Neste contexto, o uso de App no ensino de Química é interessante na medida que se constitui como uma atividade lúdica e digital, que proporciona experiências dinâmicas e interativas que engajam e motivam os estudantes a se envolverem com os processos de ensino e aprendizagem. E, além das finalidades educacionais, o uso de aplicativos tem se mostrado como um recurso eficiente em fomentar o interesse dos estudantes pelo componente curricular, visto que contribui para a implantação de propostas pedagógicas diversificadas, proporcionando a ampliação das possibilidades de interação entre os estudantes, e entre eles e o meio, assim como dos processos de colaboração e cooperação entre os sujeitos (JESUS, 2020). Não obstante, o uso de aplicativos pode auxiliar na inclusão digital e na democratização do acesso ao conhecimento, sobretudo em contextos em que os estudantes não têm acesso a laboratórios de ensino de Química.

Ainda, o App mencionado, além de ser gratuito, é compatível com qualquer dispositivo móvel e disponibiliza um tutorial de navegação para orientar os usuários quanto ao uso da plataforma. Sendo assim, o App se constitui como uma possibilidade de proporcionar aos estudantes da Educação Básica a interpretação e a compreensão dos diferentes modelos dinâmicos e interativos sobre o tópico em discussão, baseadas nos três níveis representativos, bem como em sua transição. Contudo, é importante destacar que o uso do App não deve ser visto como a única solução para os desafios de aprendizagem nesta área do conhecimento, mas como um recurso complementar e integrado a um conjunto de estratégias de ensino, que buscam contemplar diferentes perfis e ritmos de aprendizagem dos estudantes, bem como de suas vivências e de seus conhecimentos prévios.

Ademais, como previsto para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no documento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é necessário o aprofundamento conceitual nas temáticas relacionadas à Matéria e Energia, mediante a diversificação de atividades com a pretensão de contemplar situações-problemas fundamentadas em “modelos com maior nível de abstração e que buscam explicar, analisar e prever os efeitos das interações e relações entre matéria e energia (BRASIL, 2018, p. 549). Com isso, é possível desenvolver competências específicas da área, como a análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos, embasada nas interações entre a matéria e a energia (BRASIL, 2018).

Por outro lado, é necessário atentar à fidedignidade da simulação frente ao fenômeno em estudo. Em alguns casos, a complexidade do fenômeno pode dificultar a

² Disponível na plataforma Google Play:

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.evobooks.ModelosAtomicosDemo&hl=pt_BR&gl=US

³ Disponível na plataforma App Store:

<https://apps.apple.com/br/app/%C3%A1tomos-e-mol%C3%A9culas/id947377072>



reprodução fiel na simulação, o que pode ocasionar distorções no entendimento do usuário do App. Ao mesmo tempo, a simplificação do fenômeno com a pretensão de facilitar o entendimento do estudante sob ele, também requer atenção, no sentido de não colaborar para a deturpação do fenômeno real, e, com isso, conduzir a uma compreensão errônea do objeto de estudo (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002; FIRMINO et al., 2019). Logo, é necessário proporcionar ações que possibilitem ao estudante transitar pelos três níveis representacionais da química no sentido de vivenciá-los e gerenciá-los (WARTHA; REZENDE, 2011; BEDIN; MARQUES; CLEOPHAS, 2023).

Para tanto, Johnstone (2006) reitera a respeito da importância de que o professor de Química elabore situações reais em que o estudante possa explorar o universo macro, permeado pela simbologia característica do componente curricular e, concomitantemente, contemple em sua prática pedagógica, diferentes recursos, tais como animações e simulações, no sentido de potencializar o desenvolvimento de competências relacionadas ao nível submicro e molecular (JOHNSTONE, 2006; PASSOS; RIBEIRO; KAUARK, 2022).

Diante dos pressupostos destacados, este estudo visa analisar o uso do aplicativo “Átomos, Elementos e Moléculas” como um recurso lúdico para a discussão do comportamento das partículas nos estados sólido, líquido e gasoso, assim como da influência da temperatura e da pressão atmosférica nas mudanças de estado físico, sob a ótica dos níveis representacionais submicro, macro e simbólico. Esta discussão é importante na medida que o objeto de conhecimento elencado se pauta principalmente em aspectos no nível submicro, sendo necessário dispor de modelos representacionais que possibilitam a visualização do comportamento das partículas, para compreender de fato os aspectos relacionados à forma, ao volume, a energia e ao estado de agregação das partículas (FERNANDES; LOCATELLI, 2021).

METODOLOGIA

Esta pesquisa de abordagem qualitativa, objetivo explicativo, natureza básica e procedimento analítico-interpretativo, tem como premissa investigar as potencialidades do aplicativo “Átomos, Moléculas e Elementos” como um recurso lúdico para o estudo do comportamento das partículas nos diferentes estados da matéria, bem como fatores que influenciam nesse processo, consoante aos níveis representativos estabelecidos por Johnstone (1993). Em síntese, mediante a promoção de uma análise minuciosa do aplicativo, no que tange à informações, simulações práticas e demais atividades, buscou-se elementos específicos do App para traçar um segmento de como ele pode colaborar para o entendimento da Química na perspectiva macro, submicro e simbólica.

Ainda, cabe destacar que a abordagem qualitativa da pesquisa é indicada para investigações de natureza crítica e interpretativa (TEIXEIRA, 2003). Isto é, a pesquisa qualitativa tem como finalidade compreender a complexidade e a profundidade dos fenômenos sob investigação, no sentido de entender a realidade a partir da perspectiva dos sujeitos envolvidos. Logo, é uma forma de colaborar numa análise minuciosa e detalhada dos dados e das informações disponíveis no App, para identificar nuances e sutilezas que poderiam passar despercebidas em outras abordagens metodológicas (GODOY, 1995). Deste modo, o corpus de dados desta investigação é descritivo, tendo como premissa a investigação das potencialidades no App, oriunda do cruzamento de informações de três professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao realizar o download do App em um dispositivo móvel ou em um computador, o acesso a ele ocorre por meio do ícone indicado na Figura 1. Destarte, ao realizar a abertura do App, o usuário depara-se com a tela abertura, no qual se encontra um painel em que é possível acessar diferentes recursos e funcionalidades, tais como um tutorial de navegação, além das opções de continuar a explorar e a opção de sair do App em questão (JESUS, 2020).

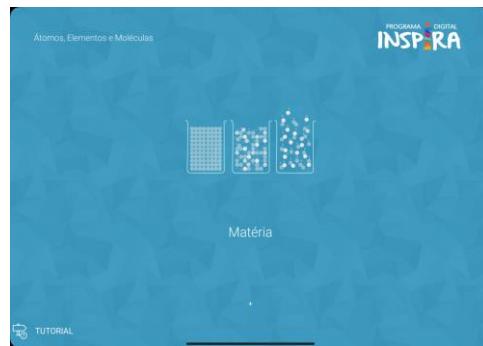
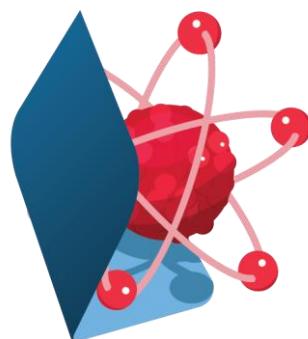


Figura 1: A) Ícone de acesso ao aplicativo e (B) Página inicial do aplicativo.

Na introdução sugerida pelo App, apresenta-se a natureza como formada por materiais com propriedades distintas entre si e, ainda, a exemplificação de determinados elementos, tais como: água, animais, ar e outros, os quais se constituem como matéria. Nesta seção do App, percebe-se, sobretudo, a possibilidade de identificar os conceitos prévios dos estudantes em relação aos estados físicos da matéria relacionados ao nível macro, para, em momentos posteriores, articulá-los aos demais níveis (JESUS, 2020). Em outras palavras, há espaço na introdução do App para que os estudantes sejam instigados a exemplificar outros materiais que sejam considerados matéria, visando estabelecer uma relação entre eles e a definição conceitual do objeto em estudo, portanto, articular os níveis macroscópico e simbólico.

Complementarmente, ainda na página de introdução do App, identificam-se ícones com informações suplementares, sendo o primeiro o ponto de interrogação que dispõe de um conjunto de indagações a respeito do tema. No segundo ícone, representado pela imagem de um submarino, se encontra uma contextualização histórica da temática seguida de informações pertinentes que conduzem a definição da temática, bem como indicação de um dos fatores que influenciam na transição das fases. No terceiro ícone, tem-se um cubo sinalizando a possibilidade de utilização de um recurso para visualização das partículas que compõem os objetos representados na página inicial, conforme a Figura 2.

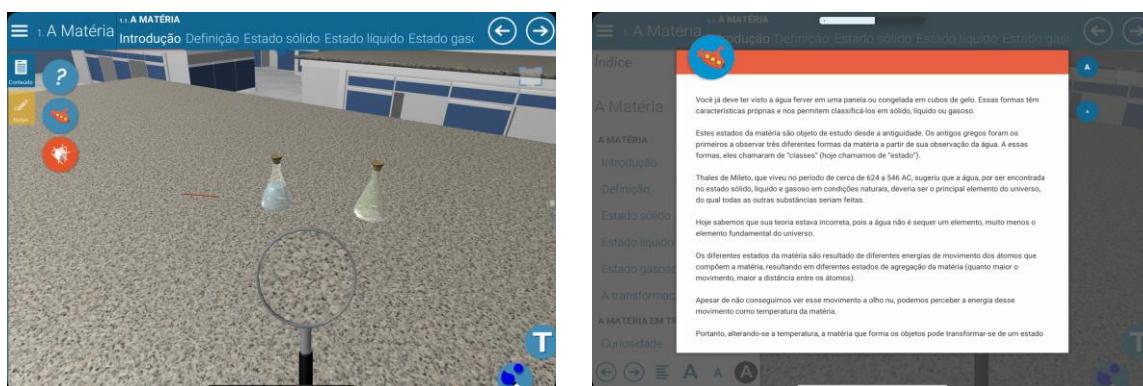




Figura 2: (A) Primeira página do app e os recursos articulados aos ícones submarino e (B) lupa.

Neste desenho, a partir das disposições da Figura 2, é possível destacar que complementarmente a representação, os ícones projetados buscam atribuir as representações macro e submicro às explicações a nível simbólico e molecular do fenômeno observado. Neste processo, recomenda-se que o docente instigue os estudantes a explorar os modelos tridimensionais disponíveis, com vistas à compreensão da estrutura e da interação entre as partículas subatômicas, no sentido de evidenciar a conexão entre as entidades elementares aos elementos que permeiam a vida cotidiana do estudante. Essas ações colaboram para uma compreensão mais abrangente da Química, sob as diferentes escalas de observação, bem como para o entendimento dos fenômenos químicos e físicos e suas interações.

Ademais, em relação à Figura 2, destaca-se a interface do App que apresenta um índice de objetos de conhecimento dispostos na lateral esquerda do App, podendo ser acessados ou ocultados pelo clique no ícone em que apresenta a palavra “Conteúdo”. Os objetos listados no App estão estruturados em três seções, sendo estas nomeadas como “1.1 A matéria”, “1.2 A matéria em transformação; e, “1.3 Mudanças de estado”, conforme indicado no Quadro 1. Cabe ressaltar que o App ainda apresenta uma barra na parte superior, que possibilita ao usuário avançar ou retomar as informações ao decorrer do processo de navegação. Deste modo, ao possibilitar ao usuário a opção de avançar e voltar, dinamiza-se o processo pedagógico e colabora-se com o desenvolvimento da atividade.

Objeto de conhecimento	Tópicos	Página
A matéria	Introdução	1
	Definição	2
	Estado sólido	3
	Estado líquido	4
	Estado gasoso	5
	A transformação	6
A matéria em transformação	Curiosidade	7
	Fatores de influência	8
	Simulador	9
	Influência da temperatura	10
	Ponto de fusão e ebulição	11
	Curva de aquecimento	12
	Curva de resfriamento	13
	Para pensar	14
	Pressão em função da altitude	15
Mudanças de estado	As mudanças de estado	16
	Lembrando o nome das mudanças de estado	17
	Ciclo da água	18
	Comprovando estudo	19
	Exercício prático	20

Quadro 1: Tópicos abordados no aplicativo “Átomos, moléculas e elementos”.

Fonte: adaptado de Jesus (2020).



Tendo em vista as informações partilhadas no Quadro 1, é importante que, ao início do processo, seja destacado por parte do professor, situações e elementos relacionados ao cotidiano do estudante, consoante a contextualização ou, ainda, a retomada dos conceitos científicos listados. Em outras palavras, recomenda-se para a introdução, a discussão de uma temática relevante na perspectiva dos estudantes, como a redução da oxigenação sanguínea em jogadores participantes de um jogo realizado em locais de elevada altitude. Ao tocante a discussão, é necessário articular questões relacionadas à altitude e à pressão atmosférica ao ponto de ebulição das substâncias. Posteriormente, é recomendado a utilização de recursos lúdicos como este, visto que o uso do App não apenas proporciona a aprendizagem e desperta o interesse dos alunos pelos saberes científicos, mas pode desencadear competências e habilidades necessárias para a construção do conhecimento. Em vez de se caracterizarem como contemplativos e abstratos, esses saberes se tornam operativos, oportunizando o protagonismo e o envolvimento ativo e efetivo dos estudantes.

Dando continuidade à análise do App, tem-se a definição clara e concisa do objeto de conhecimento, isto é, da matéria, sendo tudo aquilo que tem massa e ocupa lugar no espaço e, portanto, constituída de partículas que, dependendo do maior ou menor grau de agregação entre elas, podem ser encontradas nos três estados físicos mais comuns: sólidos, líquidos e gasoso (EVOBOOK, 2021). Ainda, salienta que o processo de agregação das partículas está associado à temperatura e a pressão, às quais se submetem a um determinado corpo. Ademais, há indicativos para o uso da lupa para observar a disposição dos átomos nos diferentes estados, articulando aos níveis já mencionados, a perspectiva microscópica do fenômeno.

Em seguida, o App dispõe três seções voltadas para o aprofundamento do comportamento das partículas nos diferentes estados físicos: estado de agregação, forma, volume e energia cinética. Em específico, no estado sólido, mencionam-se características como as partículas elementares fortemente ligadas. Ao passo que no estado líquido, por exemplo, destaca-se que a forma em que determinada substância assume está relacionada ao recipiente em que ela se encontra, bem como a proposição de uma atividade experimental para observar a forma de determinada substância em recipientes de diferentes formatos. No estado gasoso, utiliza-se o recurso da lupa para observar o comportamento das partículas da substância gasosa, na medida que se propõe a movimentação do êmbolo da seringa, conforme representado na Figura 3.

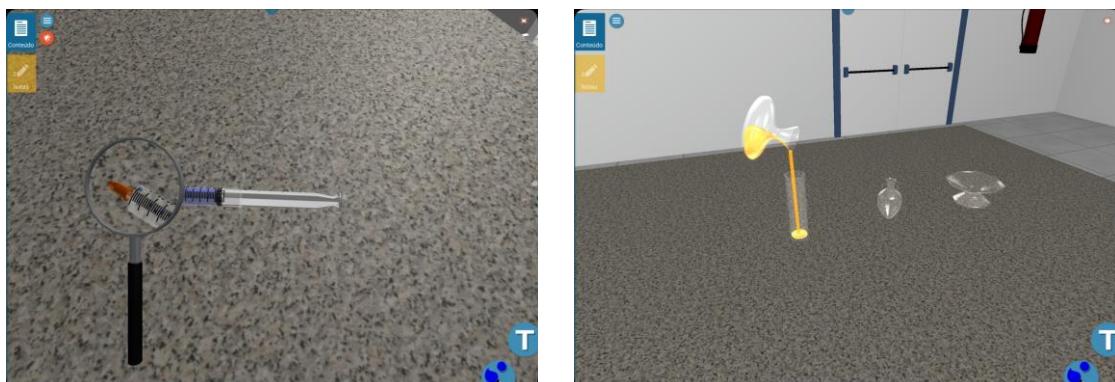


Figura 3: (A) Mudança da forma em relação ao recipiente e (B) a influência da pressão no comportamento das partículas. Fonte: Átomos, moléculas e elementos - EvoBooks.

Neste viés, comprehende-se que este App para o ensino de Química é interessante, devido às suas potencialidades para os processos de ensino e



aprendizagem, visto que elas ampliam e facilitam o acesso à informação e aos materiais didáticos, possibilitando a construção do conhecimento sob a ótica da participação ativa, colaborativa e interativa, além de proporcionar a interconexão entre diferentes espaços, sujeitos e cultura (SOARES et al., 2018). Nesse contexto, o uso de aplicativos colabora com um processo de ensino e aprendizagem de forma interativa e dinâmica, e se propõe como eficaz em diversas abordagens didáticas, pois permite a realização de atividades lúdicas e experimentações virtuais, bem como a utilização de recursos audiovisuais. Ademais, “simulações tecnicamente e pedagogicamente bem elaboradas podem ser realizadas com bastante realismo, levando o aluno a uma construção menos abstrata de alguns conceitos e fenômenos físicos” (BARBOSA et al, 2017, p. 4).

Portanto, comprehende-se que neste processo o App pode ser um instrumento que tende a instigar o estudante a se envolver no processo de aprender. Ao passo que é interessante na medida que atividades deste caráter permite a identificação das dificuldades dos estudantes em relação ao objeto de conhecimento; logo, para uma intervenção assertiva e eficiente em relação ao desenvolvimento do conhecimento pelo próprio estudante.

Dando prosseguimento à discussão, tem-se ainda a transformação, isto é, a representação da mudança de estado físico da matéria, visto que ocorrem alterações nas características macroscópicas e microscópicas das substâncias, contudo, por tratar-se de um processo físico não sofre alteração em sua composição, conforme indicado na Figura 4. Neste desenho, mediante a representação macro do fenômeno, pela análise dos estados físicos da matéria articulados à fenômenos observáveis em uma dimensão visível, cabe ao professor subsidiar a aproximação do estudante com o vértice macro do triângulo de Johnstone (1993):

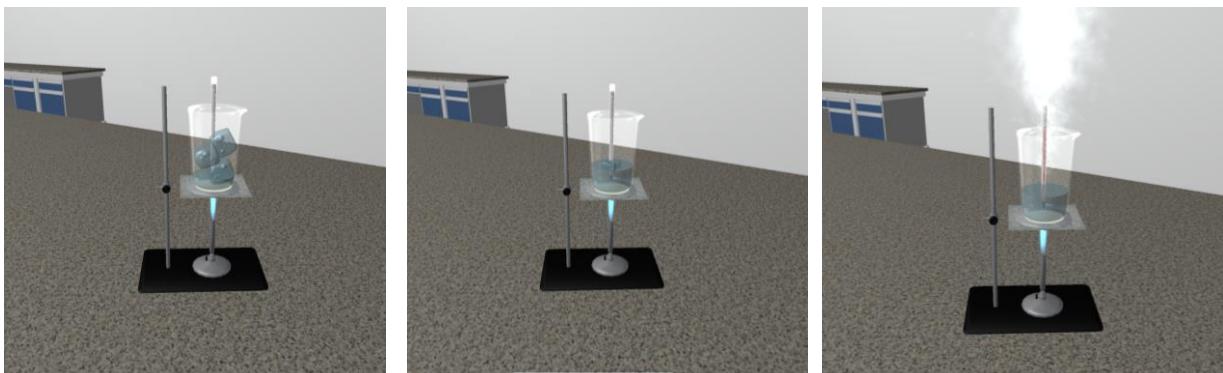


Figura 4:(A) Água no estado sólido, (B) água no estado líquido e (C) água no estado gasoso.

Fonte: Átomos, moléculas e elementos - EvoBooks.

Ainda, com o aumento da temperatura, identifica-se o aumento da energia cinética das partículas elementares que compõem uma determinada substância, bem como o estado de agregação das mesmas. Esta representação colabora para a familiarização com os níveis macro e submicro, na medida que requer do estudante o processo de abstração do comportamento dessas partículas, bem como o simbólico quando se faz necessário atribuir os conceitos característicos do componente Química aos fenômenos representados (LOPES, 2022). Deste modo, espera-se fomentar o desenvolvimento de competências e de habilidades relacionadas aos diferentes níveis, mas, sobretudo, o simbólico e o submicro, pois, como indicam Johnstone (1993) e Wartha e Rezende (2011), os estudantes tendem a ter mais facilidade em explicar os



fenômenos na perspectiva macro do conhecimento, contudo, a explicação, por vezes, tende a não ser completa em função da lacuna de compreensão dos demais níveis.

No segundo bloco de atividades, “A matéria em transformação”, são contempladas curiosidades, fatores de influência e as curvas de temperatura. No que se refere ao item curiosidade, destaca-se que a água é a única substância na natureza capaz de coexistir nos três estados da matéria, na qual ocorrem transferências contínuas de água de um estado para outro. Do mesmo modo, exibe-se os instrumentos de medição dos fatores que influenciam na mudança de estado físico da matéria. Com isso, salienta-se que a temperatura é medida por meio do uso de termômetro, e em específico no Brasil a escala de temperatura utilizada é a de graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$); podem ser utilizadas outras escalas como referência, podendo ser a de Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) e de Kelvin (K), enquanto a pressão atmosférica é medida por um instrumento nomeado como barômetro, sendo as unidades mais utilizadas: atmosfera (atm), pascal ($\text{Pa}, \text{N/m}^2$) e milímetros de mercúrio (mmHg).

Como próxima etapa, destaca-se a representação de um simulador para observar em escala microscópica a energia cinética e a força de atração entre as partículas. Não obstante, posteriormente a etapa descrita, propõe-se a realização de uma atividade para associar o fenômeno submicro representado ao respectivo estado físico da matéria. Quanto aos pontos de fusão e ebulição das substâncias, além das respectivas definições, tem-se a representação da prática experimental de identificação deles, ou seja, da temperatura de passagem do estado sólido para o líquido e do estado líquido para o gasoso. De forma complementar, também se identifica a curva de aquecimento e de resfriamento da água, ao nível do mar, propiciando a observação do aumento ou diminuição dos valores de temperatura em função do tempo. Não obstante, a pressão atmosférica é um dos fatores que influenciam no ponto de ebulição, no sentido de que quanto maior a pressão atmosférica, maior será a energia necessária para a mudança de estado. Do mesmo modo, quando a pressão atmosférica for menor, o ponto de ebulição também será menor. Nesse contexto, o aplicativo ainda permite relacionar a pressão atmosférica a altitude, indicando que quanto maior a altitude em relação ao nível do mar, menor a pressão atmosférica e vice-versa.

Por último, o bloco três está nomeado como “Mudanças de estado”, onde há uma explicação de retomada das nomenclaturas atribuídas às mudanças de estado físico da matéria, colaborando para o estudante retomar conceitos importantes vistos ao longo do Ensino Fundamental, seguida de uma atividade de verificação da assimilação entre a mudança de estado físico e a respectiva nomenclatura atribuída ao processo, como pode ser observado na Figura 5.



Figura 5:(A) Retomada dos nomes atribuídos à mudança de estado físico e (B) atividade proposta pelo aplicativo para relacionar o nome dos processos de mudanças. Fonte: Átomos, moléculas e elementos - EvoBooks.



Neste item, cabe destacar que a inclusão de atividades lúdicas como a descrita, tende a enriquecer o processo de aprendizagem dos objetos de conhecimento característicos da Química, na medida que, além de contribuir para consolidação do conhecimento científico, colabora para aulas dinâmicas e interativas, assim como para o desenvolvimento de habilidades, como de raciocínio lógico, de comunicação e pensamento estratégico. Para concluir, destaca-se o ciclo da água associado aos conceitos atribuídos às mudanças de estado físico da matéria, bem como exercícios teóricos e práticos a respeito do objeto de conhecimento explorado ao longo do aplicativo, conforme apresentado na Figura 6:



Figura 6:(A) Curvas de temperatura e (B) Associação da dimensão simbólica ao fenômeno observado. Fonte: Átomos, moléculas e elementos - EvoBooks.

Em específico, a Figura 6 B elenca elementos do cotidiano dos estudantes, tais como o aquecimento de água em uma chaleira, a naftalina, a secagem de roupa em um varal, e requisita do sujeito a compreensão e a articulação dos níveis macro e simbólico. Neste viés, de acordo com Lopes (2022), especialmente os estudantes do ensino médio apresentam dificuldades em associar fenômenos macro à linguagem simbólica; logo, percebe-se que o uso do App em questão é promissor, visto que pode colaborar para essa familiarização entre os níveis representacionais e, quiçá, contribuir no processo de ensino e aprendizagem da Química de forma eficaz.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista as considerações destacadas ao longo do texto, o uso do App “Átomos, Elementos e Moléculas”, pode auxiliar o estudante com o processo de abstração conceitual de um determinado fenômeno, como, por exemplo, o comportamento das partículas dos estados sólido, líquido e gasoso, bem como a influência da temperatura e da pressão atmosférica no processo de mudança do estado físico. Destarte, além de colaborar para o entendimento da Química sob a perspectiva submicro, visto que dispõe de recursos que proporcionam ao estudante visualizar as representações das partículas envolvidas, também colabora para o desenvolvimento das competências relacionadas aos outros dois níveis representacionais, na medida que apresenta situações reais articuladas aos códigos característicos da linguagem científica, contribuindo, inclusive, para a transição do aluno entre os diferentes níveis.

Não obstante, cabe ressaltar a importância do planejamento pedagógico para a utilização adequada dos recursos lúdicos, no sentido desta ação estar fundamentada em um determinado aporte teórico-metodológico para subsidiar a ação docente, no sentido de colaborar para a legitimidade do recurso, como um instrumento pedagógico



à construção do conhecimento científico. Do mesmo modo, comprehende-se que neste processo o professor atuará como um mediador da aprendizagem, tanto no aprofundamento e na ressignificação dos conhecimentos prévios, quanto na desmistificação das concepções equivocadas a respeito desta Ciência.

Todavia, é importante ressaltar que, além do aplicativo descrito, existem outras plataformas e recursos digitais que propõem discussões similares a estas, sendo o App “Átomos, Elementos e Moléculas” uma sugestão para a abordagem do objeto de conhecimento já explicitado, visto que o uso destas ferramentas é importante na medida que se comprehende-o de caráter lúdico-digital, o que tende a contribuir para a formação integral do estudante, bem como pode vir a se constituir como subsídios para os processos de ensino e aprendizagem em Química. Ademais, os encaminhamentos futuros se desdobram na discussão das potencialidades de App de caráter lúdico para a explorar os níveis representacionais; logo, contribuir para a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem, a fim de oportunizar aos alunos à construção do saber científico de forma mais expressiva.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi realizada com total apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - 53227221.3.0000.5349. Agradeço à instituição pela bolsa concedida e pelo apoio financeiro, os quais foram essenciais para o desenvolvimento deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

BRASIL, Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular - BNCC*, 2018.

EVOBOOKS. **Átomos, elementos e moléculas**. Disponível em:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.evobooks.ModelosAtomicosDemo>

FERREIRA, T. V. et al. **Entre o físico e o virtual: a inserção das tecnologias digitais de informação e comunicação no livro didático de química**. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

FIRMINO, E. S. et al. Aplicativos móveis para uso no Ensino de Químico: uma breve análise. *Research, Society and Development*, v. 8, n. 7, p. e23871127, 2019. Doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i7.1127>

GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. F. Introduction: macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: key models in chemical education. In: GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. F. (Org). **Multiple representations in Chemical Education** (pp.1-8), 2009



GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr., 1995

JESUS, C. F. A. **Uso de aplicativo no ensino de química: entrelaces de representações imagéticas a partir da perspectiva vigotskiana**. 2020.

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

KEINER, L.; GRAULICH, N. Transitions between representational levels: characterization of organic chemistry students' mechanistic features when reasoning about laboratory work-up procedures. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 21, n. 1, p. 469-482, 2020.

LOCATELLI, S. W. Estratégia metacognitiva para repensar os níveis representacionais envolvidos numa transformação química. **Ensino em Re-vista**, v. 27, p. 1590-1613, 2020.

LOPES, D. O. **As contribuições do uso das três dimensões do conhecimento químico para a aprendizagem de fenômenos relacionados à água por alunos de uma escola pública de Quipapá-PE**. 2022.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, p. 77-86, 2002.

PASSOS, T. S.; RIBEIRO, J. S.; KAUARK, F. S. **Desenvolvendo os três níveis do conhecimento químico: um guia didático com abordagem cooperativa no ensino-aprendizagem do tema estrutura atômica**. 2022.

RAHAYU, F. S.; KITA, M. An analysis of indonesian and Japanese students'understandings of macroscopic and submicroscopic levels of representing matter and its changes. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v.8, p.667-688, 2010.

SOARES, M. A. G. et al. **O uso de applets e apps no ensino de química: possibilidades e limitações**. 2018.

TEIXEIRA, E. B. A análise de dados na pesquisa científica: importância e desafios em estudos organizacionais. **Desenvolvimento em questão**, v. 1, n. 2, p. 177-201, 2003.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 275-290, 2011.