




QUÍMICA EM 3 DIMENSÕES



UMA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES PARA ABORDAR ASPECTOS
DO CONTEÚDO DE REAÇÕES QUÍMICAS NO ENSINO MÉDIO
UTILIZANDO REALIDADE AUMENTADA



Luciano Silva de Miranda
Melquisedeque da Silva Freire



UFERN
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE



PROFQUI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROFESSORAL EM QUÍMICA
EM REDE NACIONAL



IQ
50 anos
50 ANIVERSÁRIO DO
INSTITUTO DE QUÍMICA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO NORTE

NATAL, 2024





Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Instituto de Química – IQ

Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI

**UMA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES PARA ABORDAR ASPECTOS DO
CONTEÚDO DE REAÇÕES QUÍMICAS NO ENSINO MÉDIO UTILIZANDO
REALIDADE AUMENTADA**

**LUCIANO SILVA DE MIRANDA
MELQUESEDEQUE DA SILVA FREIRE**



Sumário

Introdução	3
Orientações para o professor	4
Objetivos	5
Conteúdo Abordado	5
Material de Apoio	5
Sequência de Atividades	5
Atividade 1 – Concepções Prévias	8
Atividade 2 – Conhecendo a RA.....	10
Vamos trocar uma ideia?	17
Atividade 3 - Níveis de Conhecimento	20
Atividade 4 - Sistematização.....	29
Saiba Mais	32
Referencias	34



Introdução

Querido(a) professor(a), o material aqui apresentado resulta de um esforço de produção de uma Sequência de Atividades (SA) para a abordagem de aspectos do conteúdo de reações Químicas, utilizando critérios e orientações que exploram os potenciais e as fragilidades da Realidade Aumentada (RA), como ferramenta didática, sem correr riscos de tornar a aprendizagem do conteúdo ainda mais complicada.

O uso da RA com fins didático-pedagógicos pode suscitar experiências de aprendizagem e discussões mais ricas entre os estudantes, a depender do como são empregadas no contexto educativo. Além de possibilitar aos alunos a construção do conhecimento, favorece ao professor detectar concepções prévias e alternativas, fato que de antemão já é mais significativo do que simplesmente passar informações aos discentes reduzindo-os a meros ouvintes.



Fonte: Brando, 2021.

aprendizagem, de modo geral.

O triunfo da RA é a possibilidade de visualizar e manipular os objetos projetados, antes limitados à esfera da imaginação, tornando o discente um protagonista na construção do conhecimento, interagindo não só com a ferramenta, mas também com os colegas e com o professor. A atuação protagonista do estudante contribui para o seu progresso cognitivo em um processo de construção de sentidos e significados, favorecendo o desenvolvimento de habilidades e competências associadas a diversos conteúdos químicos.

Em relação ao conteúdo de reações, este é crucial para o entendimento de Química, visto que ocupa um lugar central na Química como ciência. Observamos nesse contexto a

possibilidade de unir essas informações à educação digital atualizada aos estudantes, com uma proposta de atividades que estimulem os discentes e seja potencialmente útil no contexto da aprendizagem de reações químicas, propiciando ainda a interação dos níveis de compreensão do conhecimento químico.

Orientações para o professor

A Realidade Aumentada contribui com o processo de ensino e aprendizagem diminuindo o grau de abstração de alguns conteúdos conceituais, auxiliando o docente na abordagem de modelos científicos, dentre outras vantagens, motivando e inovando a prática educacional. Quando uma imagem estática é projetada, podendo adquirir movimento e interagir com outras projeções, há o incentivo ao professor da possibilidade de criar, articular atividades inovadoras, planejadas e consolidadas que tornam a aprendizagem mais rica e prazerosa.



Segundo Moura (2012, p.140) a RA “mantém o mundo real que o utilizador vê completando-o com informação virtual sobreposta ao real”. Ocorre assim uma sobreposição em um marcador que funciona como código de leitura para o software instalado no aparelho tecnológico. É importante não confundir a realidade virtual com a realidade aumentada: enquanto a realidade virtual engloba objetos virtuais em um ambiente virtual, a realidade aumentada engloba objetos virtuais em um ambiente real. Podemos discorrer ainda que a RA surge como uma variação mais simples da RV iniciada em simuladores. Em suma a RA não substitui o mundo real por um virtual (Leite, 2020).

Para utilizar a RA no ensino não é necessário ao professor o conhecimento sobre a linguagem de produção do software. O conhecimento mediante o objeto tecnológico é mínimo, assim como os aplicativos propostos possuem uma linguagem simples e acessível.



É importante que fique claro ao estudante que não estamos ampliando elétrons, átomos, ou moléculas (quer dizer, dando um zoom nas partículas), mas utilizando de modelos já conhecidos para exemplificar como as reações químicas ocorrem. A preocupação é que o estudante entenda os modelos como um real absoluto, caracterizando um obstáculo onde “pensa-se como se vê, pensa-se o que se vê” e, portanto, a mediação docente é crucial nesse cenário. O próprio termo realidade aumentada pode sugerir que estamos aumentando algo que é real, quando na verdade estamos utilizando de representações virtuais que apenas simulam aquilo que é real.



Um dos aplicativos propostos nesse material didático é o quimicAR. Ele possui como um dos seus recursos a capacidade de emitir sons que são iniciados com a reação química de combustão que ocorre quando um marcador interage com o objeto projetado por outro marcador, mostrando ainda o produto formado. O marcador que projeta o metano interage com a molécula de oxigênio projetada por outro marcador formando moléculas de gás carbônico e água e produzindo um som de queima juntamente com uma chama. Da mesma forma ocorre com a reação entre hidrogênio molecular e oxigênio produzindo água. No app é mostrada a água de forma macroscópica e sons de água também podem ser evidenciados. Não são levadas em consideração, no aplicativo, as proporções das moléculas segundo as leis ponderais. Observando que o hidrogênio molecular reage com oxigênio atômico. Esse limite do app pode ser trabalhado pelo professor, porém esse não é o nosso objetivo nesta discussão.



As atividades podem ser aplicadas em uma turma de ensino fundamental II anos finais (9º ano), na primeira série do Ensino Médio ou mesmo em turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA), podendo ainda ser aplicado em espaços não formais de ensino.

Dessa forma é possível adaptar as atividades propostas à realidade da turma e adequá-las, em caso de carência no acesso ao smartphone ou a internet, de modo a permitir que os estudantes sejam levados a refletir, investigar, planejar, executar, testar e refinar, analisando os seus próprios conhecimentos e resultados, com o auxílio do professor.

Objetivos



Reconhecer reações Químicas interpretá-las e representá-las segundo os níveis de conhecimento Químico e o uso dos modelos.

Conteúdo Abordado

- ✓ Evidências de reações químicas;
- ✓ Reação de combustão;
- ✓ Equações químicas como linguagem representativa das reações.

Material de Apoio

- ✓ Smartphone
- ✓ Roteiro de sequência de atividades
- ✓ Questionário de sondagem

Sequência de Atividades

Propomos um conjunto de quatro atividades ordenadas, possuindo ligações entre si, estruturadas e articuladas de forma harmoniosa, dinâmica e coerente com os objetivos traçados, retomando as práticas anteriores podendo ser realizadas em três ou quatro aulas. Essa intervenção reflexiva nos permite planejar, aplicar e avaliar o processo de ensino e aprendizagem. É importante ressaltar que planejamentos não são engessados e podem sofrer modificações ao longo do trajeto caso os estudantes apresentem algum fator que justifique a mudança. Apresentamos no Quadro 1, um resumo da sequência de atividades.



Quadro 1 - Sequência de Atividades

ATIVIDADES	PROPOSTA DE AÇÃO	OBJETIVOS
ATIVIDADE 1	Aplicação de Questionário prévio	Realizar o levantamento das concepções prévias dos estudantes
ATIVIDADE 2	Primeiro contato com o app de Realidade Aumentada	Familiarizar os estudantes com a RA utilizando Géometrie des moléculas. Conhecer as expectativas dos estudantes antes de utilizar o app.
ATIVIDADE 3	Questões de levantamento dos significados mediante os níveis de conhecimento Químico e de aspectos das reações por meio do uso do app quimicAR. Revisão dos conteúdos anteriores (conforme o necessário)	Identificar, compreender e descrever os significados atribuídos pelos estudantes com o uso do app.
ATIVIDADE 4	Discussão a partir de questões de sistematização disponibilizadas após o uso do app em busca de analisar as mobilizações e significados alcançados pelos estudantes através das atividades propostas.	Avaliar o processo de mobilização de significados dos estudantes acerca de reações Químicas.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Em seguida, são fornecidos mais detalhes sobre as atividades.



Atividade

1

CONCEPÇÕES PRÉVIAS

Nesse primeiro momento deverá ser aplicado um questionário, conforme ilustrado na sequência, tendo como objetivo identificar as concepções prévias dos estudantes a respeito do conteúdo proposto. Essas concepções são ideias que podem fugir dos conceitos científicos baseando-se em percepções sensoriais sobre a natureza e seus fenômenos tratando-os de forma equivocada do ponto de vista científico. Essas ideias costumam circular no âmbito escolar, podendo ocorrer no próprio processo de aprendizagem, sendo, nesse caso, favorecido pelo livro didático, por conversas informais, pela transmissão errada de conceitos ou mesmo pela linguagem utilizada pelo professor.

Algumas concepções esperadas englobam a tendência em optar por ideias intuitivas de suas próprias experiências sem levar em consideração aquilo que já foi ensinado, ou apelar para aspectos visuais (macroscópicos) para explicar as reações Químicas. O professor deve aplicar o questionário sugerido e analisar as concepções dos estudantes para que esses possam confrontar suas ideias ao participarem das demais atividades com o uso da RA tendo a supervisão docente que irá intervir caso necessário.



QUESTIONÁRIO PARA O LEVANTAMENTO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS

1) Para você o que é uma reação química?

2) Se você pudesse encolher ao tamanho do átomo, o que você acha que poderia observar durante uma reação química?

3) Ao rasgarmos uma folha de papel ocorre reação química? Por quê?

4) E ao queimarmos uma folha de papel que foi rasgado, há reação química? Por quê?

5) Quando misturamos água e sal ocorre uma reação química? Justifique.



Atividade

2

CONHECENDO A RA

Nessa etapa é proposto o uso de um aplicativo de RA com o objetivo de familiarizar o estudante com a ferramenta. Uma sugestão para esse fim é o uso do aplicativo Mirage Géométrie des molécules que é um aplicativo que mostra imagens de modelos moleculares projetados em 3D através da realidade aumentada. Segundo a descrição do app, também mostra reações Químicas, sendo desenvolvido para o ensino de ciências no ensino fundamental e médio. Primeiramente o estudante deverá baixar e instalar o app utilizando a playstore do smartphone. Em seguida o professor deverá fornecer uma folha com diferentes tipos de moléculas, bem como marcadores referentes ao aplicativo, conforme ilustrado a seguir. O aplicativo necessita da internet somente para baixar e instalar, sendo dispensável a conexão para o seu uso. Também não é necessário conectar os aparelhos em rede. Na Figura 2 podemos observar a imagem da interface do aplicativo.

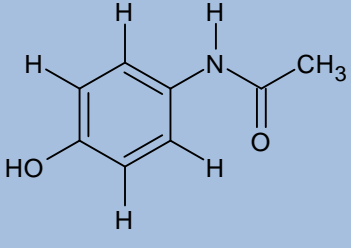
Figura 2 - Interface do aplicativo Géométrie des molécules



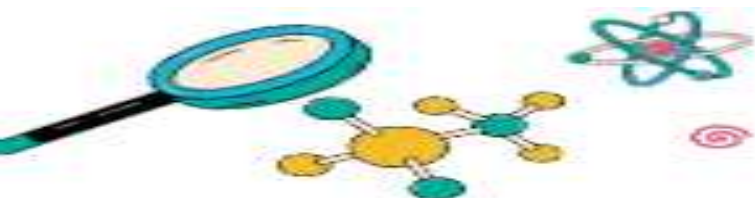
Fonte: Géométrie des molécules – Applications sur Google Play (2023)

Atividade Inicial

Relacione as colunas de acordo com as projeções em 3D mostradas pelas suas respectivas cartas.

CARTÃO		FÓRMULA MOLECULAR	ESTRUTURA MOLECULAR
1		CH_5N	$\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_2$
2		CH_4	<pre> H H-C-H H </pre>
3		H_2O	<pre> H H-O-H </pre>
4		CO_2	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$
5		$\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$	
9		NH_3	<pre> H H-N-H </pre>

Nessa tarefa o discente deverá identificar as estruturas moleculares a partir dos marcadores que possui em mãos, em uma dinâmica interativa, relacionando o marcador com a estrutura molecular. Os estudantes devem ser divididos em grupos, conforme a quantidade total da turma, sendo sugeridos no máximo quatro membros por grupo. Nesse momento deve-se observar se há algum discente sem smartphone ou com qualquer dificuldade para baixar o app. Pelo menos um membro do grupo deve estar com o aplicativo baixado e instalado.

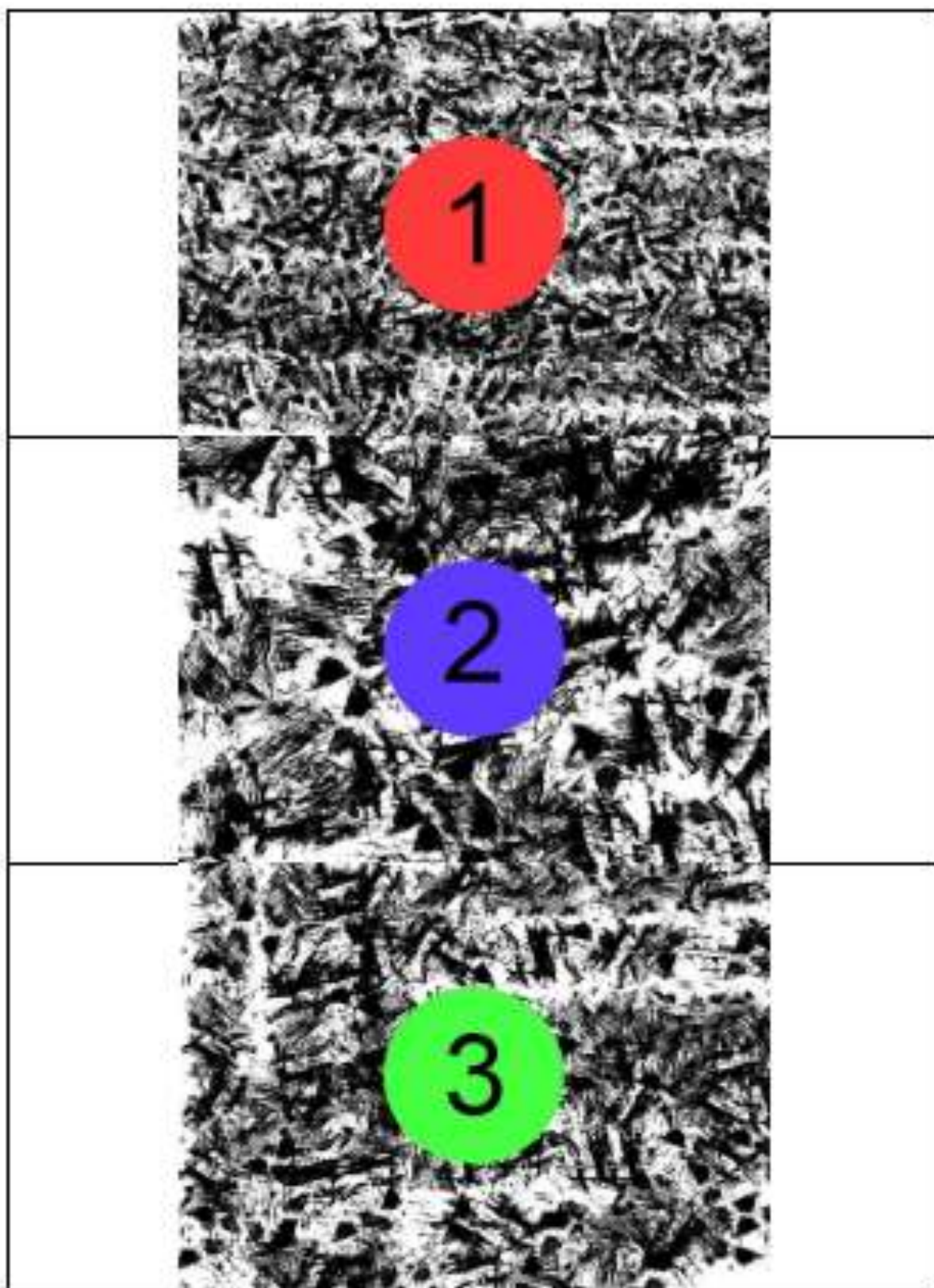


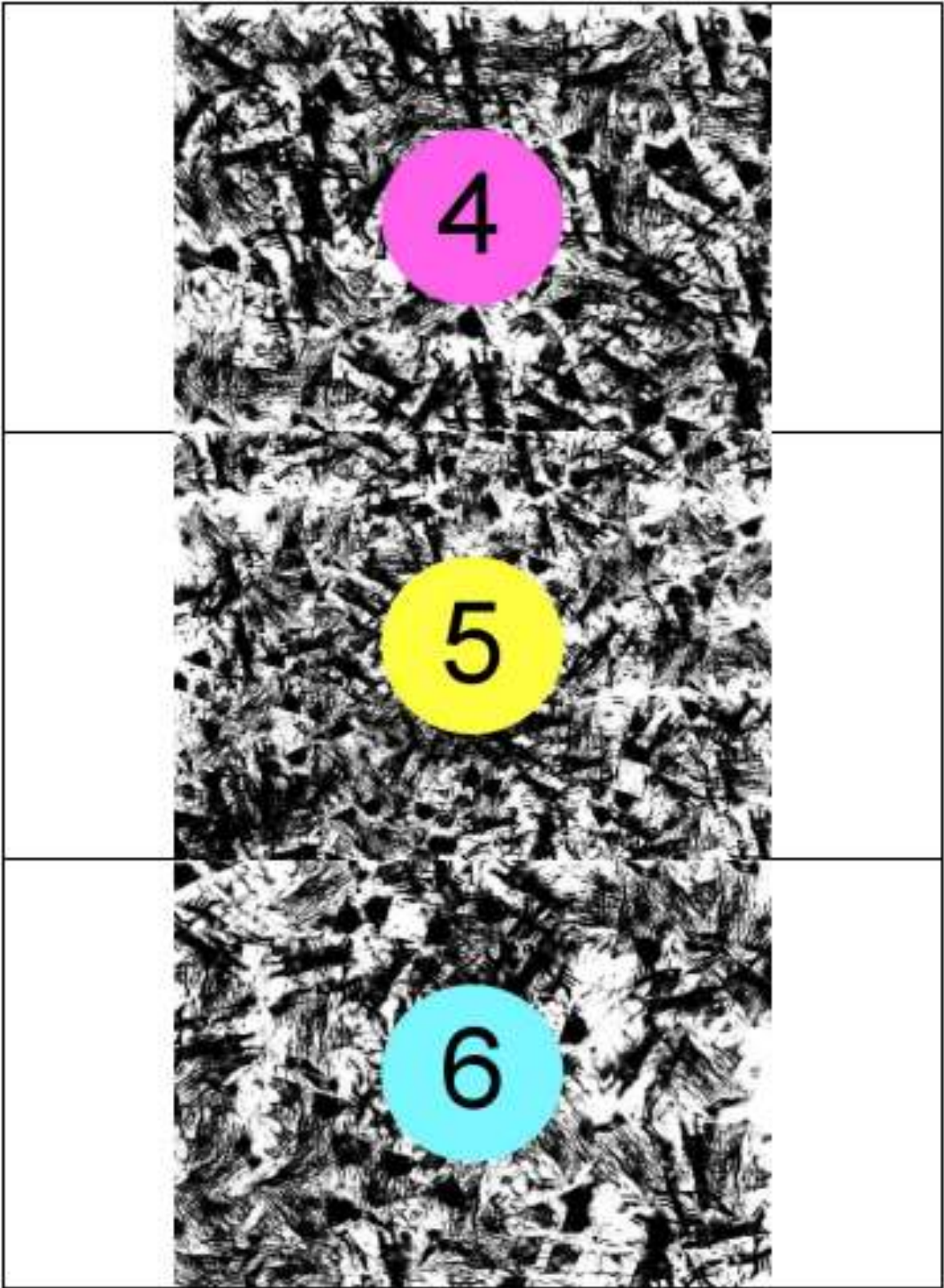
São fornecidos 12 cartões (marcadores) disponibilizados no seguinte endereço: <http://mirage.ticedu.fr/?p=2324>. Com o intuito de favorecer o professor disponibilizamos estes na página seguinte. Eles devem ser baixados, imprimidos e recortados para então serem utilizados com o app, sendo de opção de o docente plastificá-los. Seis cartões mostram a molécula e os demais mostram a geometria molecular com os elétrons ligantes e não ligantes, suas densidades eletrônicas são levadas em consideração. Podemos evidenciar ainda o modelo da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência (modelo VSEPR).

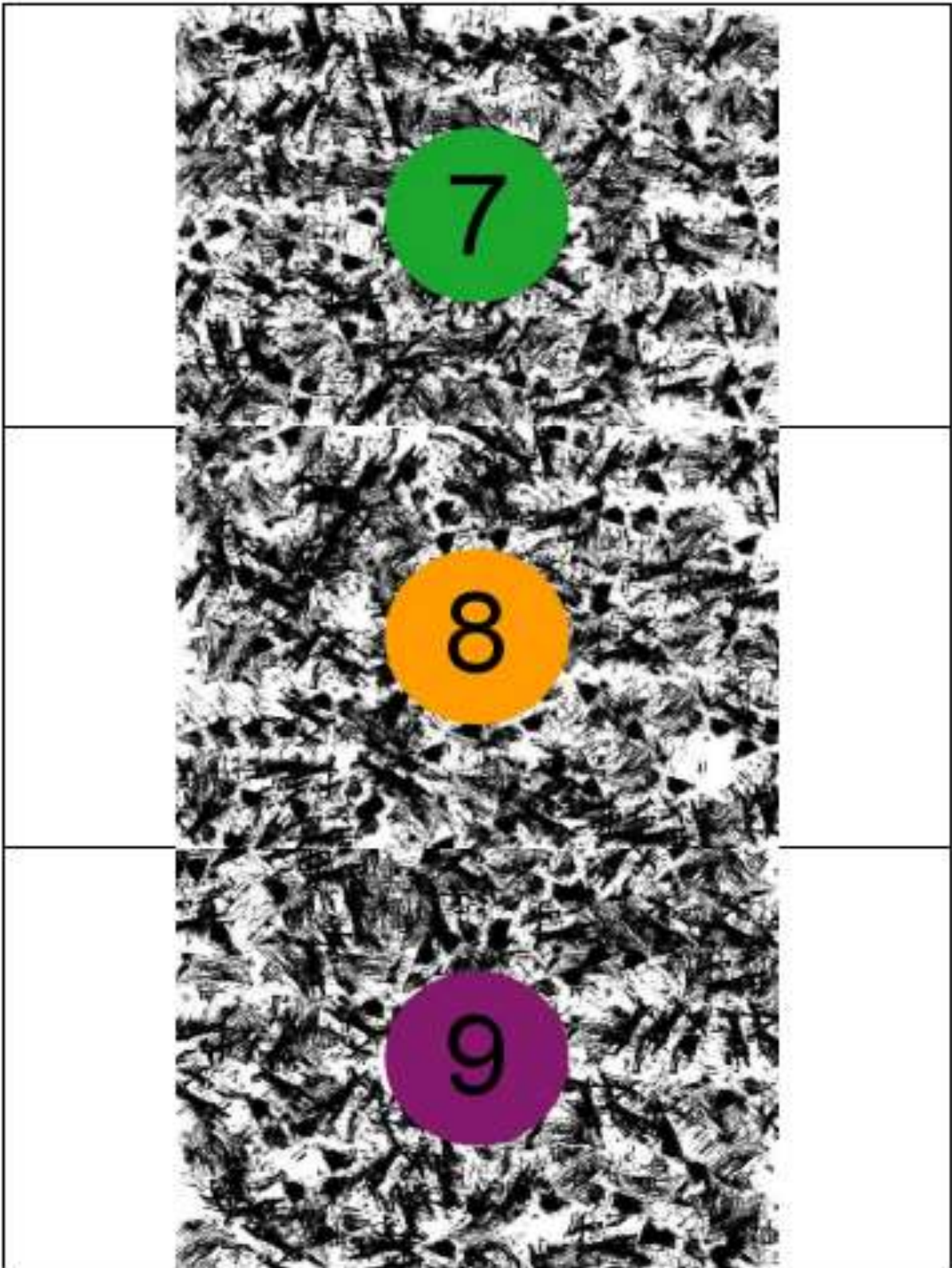


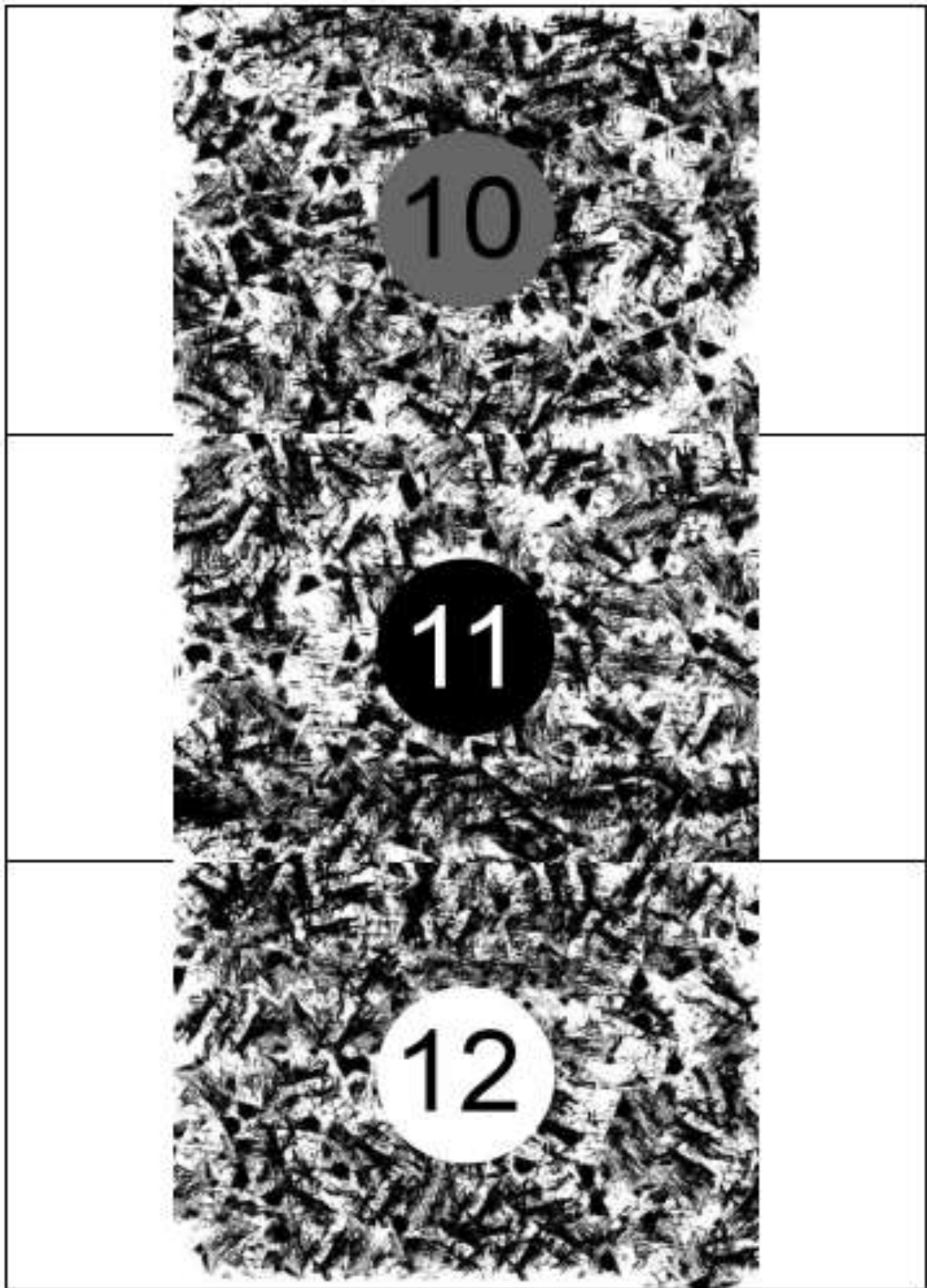
Individualmente, cada estudante observa um marcador sinalizando na folha qual a estrutura correspondente, em seguida troca de marcador com os membros do seu próprio grupo repetindo a atividade e posteriormente discutindo o resultado com o grupo. Os marcadores também podem ser trocados entre os grupos, finalizando com uma discussão geral a respeito da atividade. Aqui disponibilizamos os marcadores.













1

Nessa atividade o professor pode atuar retomando conteúdos como modelos atômicos, ligações químicas, geometria molecular conforme os assuntos já vistos. O docente pode então optar por mostrar a projeção, tanto das moléculas como da geometria molecular ou apenas a projeção das moléculas.

2

Dependendo da transposição didática pode ser dada uma introdução a reações químicas antes do conteúdo de atomística, nestas circunstâncias, os estudantes não terão visto os conteúdos acima descritos, porém mostra-los nessa etapa não acarretará ônus aos discentes, ficando a critério do professor mostrá-los.

3

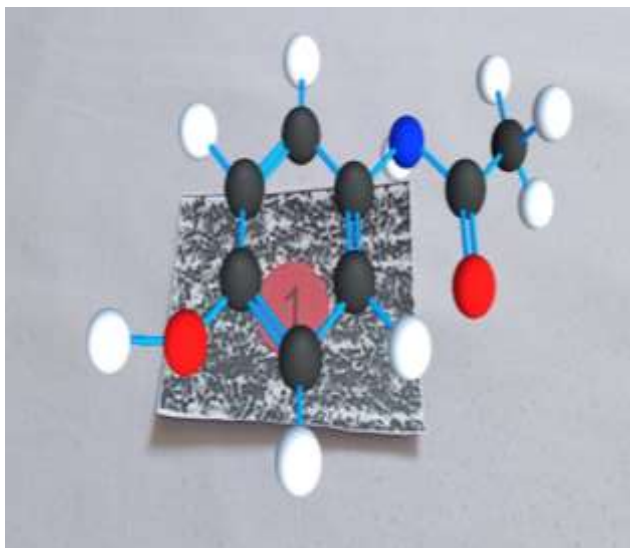
Caso o docente queira apresentar a sequência de atividades para tratar do conteúdo de reações químicas e estequiometria pode então revisar os conteúdos descritos, devido ao fato dos estudantes já terem contado com tais conteúdos.

4

É possível utilizar a sequência de atividades adaptando ao novo ensino médio em eletivas e unidades curriculares envolvendo, por exemplo, as reações à Química industrial, a produção de cosméticos, tendo a SA como uma introdução. Pode-se ainda aliar a RA ao ensino por problematização. As possibilidades são variadas tendo o docente uma quantidade expressiva de opções para o desenvolvimento significativo do ensino e aprendizagem do conteúdo.

Com o primeiro marcador do app é possível projetar a estrutura molecular do Acetaminofeno, conhecido comercialmente como paracetamol, um fármaco com propriedades analgésicas e antitérmicas. Na Figura 3 podemos observar sua projeção.

Figura 3 – Projeção do Acetaminofeno



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A partir do Quadro 2 podemos observar a projeção evidenciada por meio da leitura dos seus respectivos marcadores, com suas cores referentes.

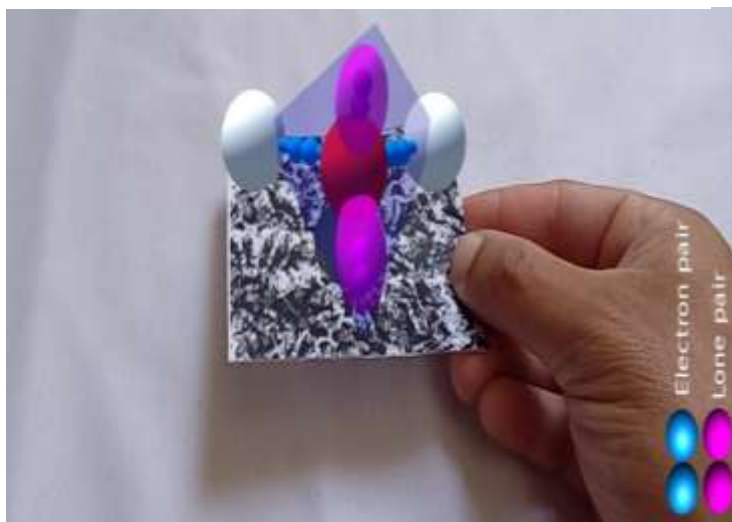
Quadro 2 – Projeção através da leitura dos marcadores do app Géométrie des molécules

Marcador	Projeção
1	Paracetamol
2	Metano
3	Amônia
4	Água
5	Gás Carbônico
6	Geometria da água
7	Geometria do Metano
8	Geometria da Amônia
9	Metanamina
10	Geometria do Gás Carbônico
11	Geometria da Metanamina
12	Geometria do Paracetamol

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Podemos observar na Figura 4 a geometria da molécula do Metano mediante o marcador 7.

Figura 4 – Geometria molecular do Metano



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)


Com tais projeções é possível combinar os aplicativos de acordo com o conteúdo desejado.



Atividade 3

NÍVEIS DE CONHECIMENTO

Para o desenvolvimento da atividade 3 deverão ser mantidos os grupos formados na atividade anterior. As questões propostas pelo professor, disponibilizadas abaixo, devem ser respondidas pelo grupo e em seguida socializadas a todos com as devidas discussões e ponderações. Nessa atividade o professor pode pedir que o estudante escreva as equações balanceadas para cada reação. É importante que antes do desenvolvimento da atividade 3 os estudantes tenham tido contato com os níveis de conhecimento Químico (macroscópico, submicroscópico e representacional), podendo ser revisado nesta atividade. Isso pode ser realizado no contexto da primeira reação (formação da água) que foi utilizada para familiarizá-los com o aplicativo.



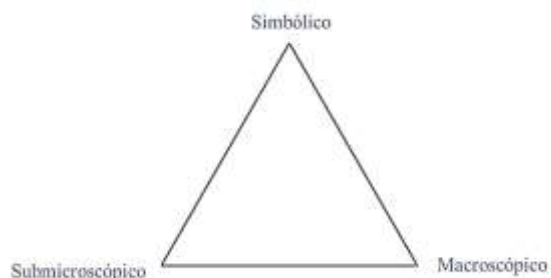
Johnstone (1993) propõe a ideia de um triângulo que possui em cada um dos seus vértices os diferentes níveis do conhecimento Químico. As evidências constatadas através dos sentidos, visão, audição, olfato, correspondendo a uma abordagem voltada para o nível macroscópico (tangível) situam-se em um dos vértices do triângulo. Quando o fenômeno é discutido no âmbito das partículas envolvidas, está se caminhando na aresta do triângulo em uma região que se aproxima do vértice submicroscópico (aquilo que não se pode ver). Johnstone relata que a falta de uma estratégia que transite entre cada nível contribui para muitas dificuldades no processo de ensino-aprendizagem, relatando que os professores discutem a Química a partir do centro do triângulo. Esses níveis devem ser entendidos separadamente, mas também devem ser compreendido que há um elo entre eles, de forma que o fenômeno, a reação, ocorre na dimensão submicroscópica sendo, ao mesmo tempo, evidenciada na dimensão macroscópica. A representação escrita do fenômeno resulta em um terceiro nível, chamado de representacional ou simbólico. Uma referência de leitura sugerida que explica os níveis, mas também as inconsistências é Talanquer, encontrado em:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500690903386435>.

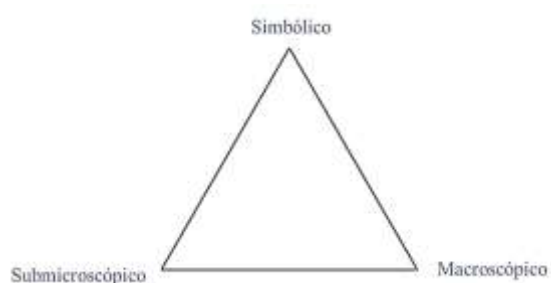


Levantamento de significados mediante os níveis de conhecimento Químico e das reações por meio do uso do app quimicAR

Reação 1



Reação 2



O que é possível observar no aplicativo, através das atividades realizadas?

O que podemos ver e o que podemos somente imaginar acerca de como ocorre a reação Química?





A partir da atividade três é possível realizar o levantamento dos significados mediante o uso do aplicativo teste beta QuimicAR. Esse é um aplicativo que oferece duas reações visualizadas em RA gratuitamente, porém, caso o usuário deseje ver mais reações, terá que adquirir a versão paga. O app é de idioma espanhol sendo desenvolvido pela Vuforia (TM) CreativiTIC.es em 28 de fevereiro de 2014. Essa é a data de atualização de sua primeira versão 0.7.2 com mais de 10.000 downloads (até 19.12.22) com avaliação 3.9 de 5,0. Requer que o usuário aceite um acordo de licença, oferecendo ainda um endereço para maiores informações: info@criativitic.es. As reações mostradas, com animação, são: A combustão do Metano (CH_4) reagindo com o oxigênio (O_2) formando gás Carbônico (CO_2) e água (H_2O). Hidrogênio (H_2) e Oxigênio formando água (H_2O). Assim como o Géométrie des molécules, o QuimicAR necessita do acesso a internet somente para baixar e instalar, sendo dispensável a conexão para o seu uso¹.

Uma limitação do aplicativo consiste nas quantidades mostradas que fogem das leis ponderais. Após a leitura dos marcadores o aplicativo mostra uma molécula de gás metano e uma de oxigênio molecular formando quantidades equimolares de gás carbônico e oxigênio, quando na verdade, pela estequiometria da reação, um mol de metano reage com dois mol de oxigênio produzindo um mol de gás carbônico e dois mol de água. Podemos citar aqui que essa é a proporção para que a reação ocorra de acordo com as leis ponderais, podendo multiplicar ou dividir todos os seus coeficientes por um número fixo. Porém, podemos citar que caso essas proporções não sejam respeitadas um dos reagentes limita a reação, sendo totalmente consumido causando o término da reação, e outro estará em excesso, sobrando, pois sua quantidade não reagirá totalmente. Caso seja utilizado o marcador que projeta o oxigênio atômico a combustão não irá ocorrer, no entanto a reação de formação da água só ocorre com o marcador que projeta o oxigênio atômico, caso que foge do conceito da reação. Enfim, podemos utilizar a limitação do aplicativo a nosso favor, questionando os equívocos do aplicativo ou dando introdução a outro conhecimento Químico.

¹ Contudo, esse app está impossibilitado de realização de download, por motivo desconhecido, estando indisponível na playstore até o momento de finalização desse texto. No entanto, como o autor das atividades já havia baixado no seu smartphone, optamos assim por utilizá-lo. O fato da indisponibilidade ocorreu no decorrer do desenvolvimento da pesquisa, sendo detectado na qualificação da dissertação.

De antemão, esse foi o aplicativo escolhido devido ao fato de ser mais atrativo por ter uma animação e até mesmo emitir sons, assim como, enxergamos nele um maior potencial de trabalho diante da proposta de ensino e dos objetivos traçados, encontrando nos demais muitas limitações ou pouco potencial educativo mediante o conteúdo escolhido. Na Figura 5 podemos observar a imagem da interface do aplicativo.

Figura 5 - interface do aplicativo teste beta QuimicAR



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

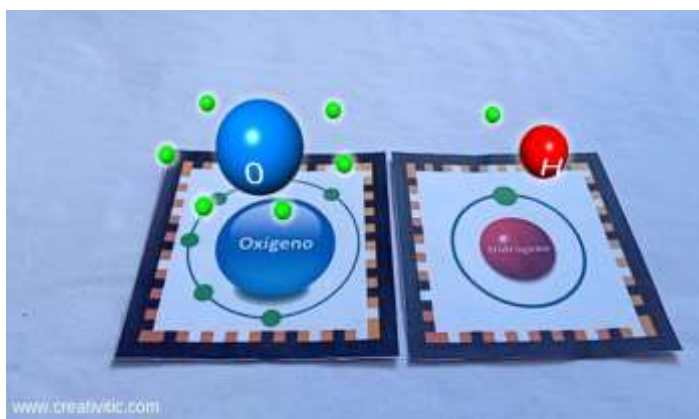
Nessa interface está escrito ainda o nome: Augmented Class! V0.7, Classe aumentada. Os marcadores estão disponíveis tanto pela descrição de um vídeo no youtube, como pela descrição do aplicativo no appstore: <http://www.creativitic.es/downloads/augmentedclassv07.pdf>. Para todos os efeitos, estamos disponibilizando os marcadores na próxima página.





Da mesma forma, esses marcadores devem ser impressos e recortados para então serem utilizados com o app, sendo afável plastificar para evitar que os marcadores sejam rasgados ou molhados. Os marcadores devem ser apresentados e disponibilizados para os estudantes, e demonstrado como funciona o aplicativo. Com a projeção da imagem virtual em 3D do Oxigênio em seguida do Hidrogênio, podendo fazer lembrança dos modelos atômicos. Posteriormente juntaremos os marcadores para que seja visto a reação de formação da água através desses reagentes. É indispensável ao professor observar quais são os comentários dos estudantes a fim de intervir ou contribuir com a construção do conhecimento gerado. No quimicAR, quando o estudante junta os reagentes, o aplicativo mostra a reação e a formação dos produtos através dos modelos em 3D formados pelos marcadores, tanto de forma macroscópica como de forma submicroscópica. Podemos visualizar na Figura 6 as imagens em 3D do Oxigênio e Hidrogênio projetadas pelo quimicAr.

Figura 6 - Imagens em 3D do Oxigênio e Hidrogênio



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A aproximação dos marcadores faz com que seja observada a formação do produto da reação. Observamos na Figura 7 o produto formado: água molecular.



Figura 7 - Formação da água molecular



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Além do produto formado, água molecular, ao movimentar o aplicativo pode-se observar a água em visão macroscópica com a percepção de sons de água, o que pode ser evidenciado na Figura 8.

Figura 8 - Visão macroscópica da água através do aplicativo quimicAR



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

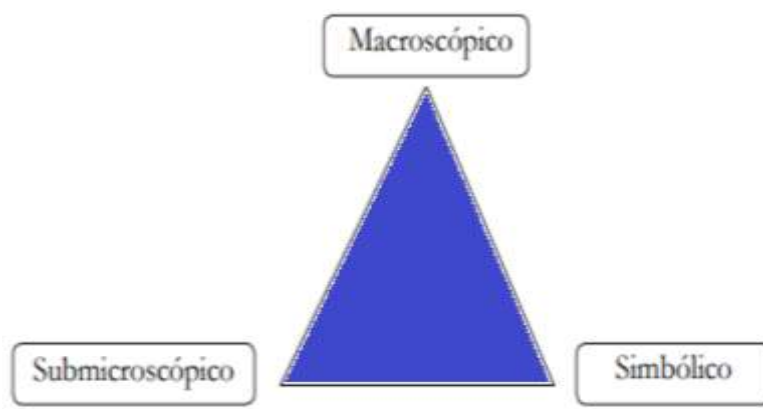
A sequência em que as figuras estão organizadas equivale à mostrada no aplicativo. Podemos observar por meio dessa sequência as relações dos níveis de conhecimento químico: macroscópico, submicroscópico e representacional.

Atualmente os processos que ocorrem com a matéria são entendidos e estudados de forma submicroscópica. No passado, o entendimento do homem a respeito da natureza se limitava a linha sensorial observável, ou seja, por propriedades palpáveis. Porém, nos dias atuais, o controle sobre a manipulação da matéria acontece no âmbito de sua constituição molecular (Giordan; Góis, 2004). Na construção de um raciocínio Químico é indispensável a

integração dos níveis de compreensão do conhecimento por parte do discente (Johnstone, 1993). Essa é uma percepção abstrata do não observável da Química, sendo ela necessária para o entendimento dos fenômenos Químicos. Porém, são observadas dificuldades de abstração para a compreensão de conceitos químicos, assim como, incoerências e contradições na observação de alguns fenômenos durante o processo de ensino-aprendizagem quando não há articulação entre as dimensões das visões de conhecimento. Para os estudantes é complexo estabelecer uma relação simultânea entre os aspectos macroscópicos, simbólicos e submicroscópicos dos fenômenos (Vieira et al., 2011).

A fim de habituar os estudantes com os níveis de conhecimento Químico propomos nessa atividade a utilização do triângulo de Johnstone, que mostra tais aspectos, apresentado na Figura 9, é observado que a compreensão da Química necessita da capacidade do discente de transitar entre os vértices do triângulo, estabelecendo ligações, sem limitar-se a uma região (Johnstone, 1993).

Figura 9 - Níveis de compreensão do conhecimento químico.



Fonte: Johnstone (1993).

Os estudantes devem combinar os marcadores de Metano com o de Hidrogênio e em seguida com o marcador de Oxigênio, observando se irá existir reação Química. Identificada a reação, conforme o que é visto através do aplicativo, eles devem marcar no Triângulo de Johnstone (1993) o nível de compreensão identificado no decorrer da reação, podendo identificar níveis diferentes simultaneamente. O professor deve oferecer anteriormente, uma orientação sobre o que constitui cada nível. Além disso, deve ser pedido aos discentes que descrevam a reação segundo o aplicativo e escrevam a equação balanceada.

Essa é uma atividade colaborativa de socialização e pesquisa, onde os discentes realizam observações e montam suas ideias a partir dos métodos e conteúdos conhecidos, em uma nova situação concreta, aguçando suas habilidades e o uso de informações já adquiridas. Os grupos podem ser questionados oralmente da seguinte forma: O que foi possível observar no aplicativo, através das atividades realizadas? O que podemos ver e o que podemos somente imaginar acerca de como ocorre a reação química?

Nesse caso, através das respostas, o professor irá mediar às explicações ajustando-as, caso necessário, ao conhecimento científico. A observação das ideias expostas oferece ao professor a possibilidade de contribuir para a avaliação do processo de mobilização de significados dos estudantes acerca de reações Químicas.



O QuimicAr mostrará a reação entre o Metano e o Oxigênio, exibindo os produtos formados, sem fidelidade às proporções. Além disso, o aplicativo mostrará uma chama sendo gerada apresentando ainda o fator sonoro. Sendo assim, a ferramenta ilustra, pelo menos, aspectos de dois níveis de conhecimento Químico, o macroscópico e o submicroscópico. As atividades podem ser aplicadas em diversas realidades estruturais, pois não depende de condições físicas, de gama de equipamentos, laboratório, sala específica, ou mesmo da internet sendo essa necessária somente no momento de realizar o download do aplicativo. A partir da Figura 10, podemos observar os marcadores de Metano e Oxigênio, formando uma projeção em 3D (em realidade aumentada), através de um smartphone android (hardware), usado como aparelho tecnológico, detentor do leitor (software), o aplicativo quimicAR.

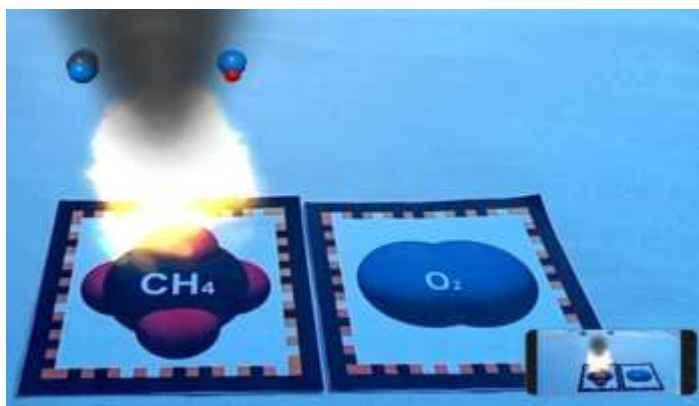
Figura 10 - Uso do app reagentes de combustão



Fonte: Elaborado pelos Autores (2024)

É possível observar na Figura 11 a formação dos produtos da combustão do Metano, através da utilização do quimicAR, de forma macroscópica e submicroscópica, sendo evidenciado ainda, no aplicativo, o som de uma queima.

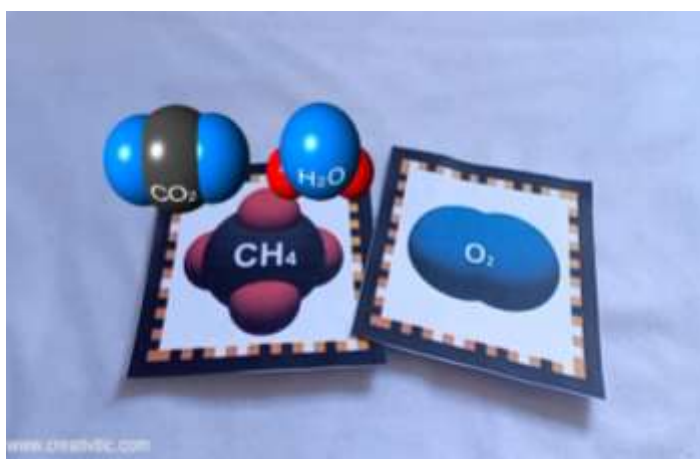
Figura 11 – Produtos da Combustão do Metano



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

Em seguida são mostrados os reagentes e produtos da reação, sem ser mantida as proporções adequadas, como é mostrado na Figura 12.

Figura 22 – Reagentes e Produtos da Combustão do Metano



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

Busca-se antes, durante e mesmo depois do uso do aplicativo, interpretar o que o estudante vivencia, ou seja, a perspectiva do sujeito sobre o objeto da atividade para fins de acompanhamento do processo de mobilização de significados e análise correspondente.

Atividade **4** **SISTEMATIZAÇÃO**

A atividade 4 consta de um questionário, disposto abaixo, que deve ser disponibilizado aos estudantes com o objetivo de realizar uma sistematização e discussão sobre as atividades propostas, servindo como uma atividade avaliativa.

Esse é o momento de socialização das respostas sugeridas, onde o docente irá discutir e ouvir sobre as impressões do estudante ao utilizar a ferramenta auxiliando-os a explicitar suas compreensões e visões em torno do conteúdo das reações Químicas. Nessa etapa o professor pode vir a conhecer os significados atribuídos por cada estudante, sendo esse desafiado a expor o que pensa.

Os níveis submicroscópico, macroscópico e representacional ou simbólico devem aqui ser retomados, sob o ponto de vista do estudante. Durante este encontro o docente poderá corrigir, caso necessário, as ideias apresentadas negociando significados ao longo da atividade e podendo ainda compelir ou influir ao entendimento de como está acontecendo à reação.

Nessa atividade final, se propõe um momento de reflexão em torno da vivência da experiência como um todo, na qual os estudantes poderão apresentar e compartilhar suas percepções sobre o uso da realidade aumentada no contexto das atividades. Essa etapa fundamental, pois podem culminar na exploração de novos significados expressos pelos discentes ao vivenciarem essa sequência de atividades, ou seja, novos rumos, um novo foco pode ser traçado. Em suma, a ferramenta pode ser utilizada mediante novas possibilidades, novas perspectivas e expectativas.



QUESTÕES DE SISTEMATIZAÇÃO APÓS O USO DO APP

1) De modo geral, o que você achou da experiência de uso da realidade aumentada durante as aulas?

2) O que você entendeu por “realidade aumentada” a partir da atividade realizada?

3) O que mais chamou a sua atenção no uso do app quimicAR?

4) Como você acha que o uso dessa ferramenta pode lhe auxiliar na aprendizagem de química?



Quadro 1 - Tempo Estimado Para Cada Atividade

Duração	Atividade	Roteiro
50 min	1	Realizar o levantamento das concepções prévias
50 min	2	Separar os estudantes em grupos para apresentar o aplicativo de RA. Fazer o levantamento das expectativas dos estudantes antes da manipulação da ferramenta.
50 min	3	Utilizando o aplicativo de RA propor uma nova reação com novos questionamentos após o uso do app
50 min	4	Roda de conversas, discussões sobre as respostas e perspectivas levantadas.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2024)

Observações Gerais

É indispensável à mediação do professor, pois o aplicativo demonstra a reação utilizando de uma representação que pode confundir o estudante. Como é mostrado, no caso da reação de formação da água, primeira a ser trabalhada e do fogo e fumaça, de forma virtual. Os estudantes podem assim entender que a água, o fogo e a fumaça, não pertencem ao nível macroscópico, atribuindo-se aqui a necessidade de introduzir o conhecimento ou mesmo certa noção sobre esses níveis e trabalhá-los de forma a enfatizar, repetir e checar o entendimento do estudante mediante esse conhecimento, fundamental para o ensino-aprendizagem de conceitos Químicos.



SAIBA MAIS



O link disponível oferece um vídeo de Simone Ávila (Licenciada e Bacharel em Química), descrevendo os níveis de conhecimento Químico e dando uma introdução no ensino da química, abordando linguagem e modelos.



<https://youtu.be/-2kKtLJ6iF4?si=9GIVMP2ki5kbQph7>



Observando aplicativos, disponíveis no Google Play, já listados na literatura, por Leite (2020) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, entre outros também observados culminando na tabela 1.

Os critérios estabelecidos foram: a heurística da usabilidade, o layout do sistema, idioma, gratuidade, uso independente de acesso à internet, obstáculos epistemológicos ou mesmo erros conceituais em aplicativos para smartphones. Com essa base buscamos baixar e analisar os aplicativos voltados ao conceito de reações químicas utilizando realidade aumentada.



SAIBA MAIS



Demais aplicativos analisados

Aplicativo	Chimistry AR (beta)	RAppChemistry	360ed's Elements AR	ModelAR	Mirage – Géométrie des
Downloads	500	Mais de 50.000	Mais de 10.000	Mais de 10.000	Mais de 50.000
Tamanho	52,07 MB	52,07 MB	-	61,19 MB	18,00 MB
Versão	1.1	1.9.4	23.0	1.3	6.3
Atualização	03.out. 2018	02.abr.2020	24.jul.2023	30.abr.2020	31.ago.2022
Sistema Operacional (SO)	Androide 4.1	Androide 4.1	Androide 8.0	Androide 4.1; iOS 11.0	Androide 5.0; iOS
Oferecido por	Petra Christian University	RAppChemistry	360ed	Alchemie Solutions, Inc	M. Chardine
Língua	Inglês	Espanhol	Inglês	Inglês	Espanhol
Atuação	Forma representação das ligações entre cloro e sódio (Cloreto de Sódio)	Mostra elementos Químicos	Mostra reações Químicas e modelos 3D	Mostra reações Químicas e modelos 3D	Mostra moléculas e suas geometrias
Observações	No momento o programa de acesso antecipado atingiu o limite de participação.	A versão androide não está compatível com o aplicativo	Sem taxas de assinatura contínuas, apenas uma compra única.	Marcadores não foram encontrados	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)



Referências

GIORDAN, Marcelo; GÓIS, Jackson. Telemática educacional e ensino de química: considerações sobre um construtor de objetos moleculares. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa (RELATEC)**, v. 3, n. 02. p. 41-59, 2004.

GRANDO, John Wesley; CLEOPHAS, Maria das Graças. Aprendizagem Móvel no Ensino de Química: apontamentos sobre a Realidade Aumentada. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 2, p. 148-154, 2021.

JOHNSTONE, Alex H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 09, p. 701-705, 1993.

LEITE, Bruno Silva. Aplicativos de realidade virtual e realidade aumentada para o ensino de Química. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, v 06, 2020.

MOURA, Adelina. **Mobile learning: tendências tecnológicas emergentes**. In: CARVALHO, A. A. A. Aprender na era digital: jogos e mobile-learning. Santo Tirso: De Facto, p. 127-147, 2012.

TALANQUER, V. Macro, submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry "triplet", **International Journal of Science Education**, V. 33, n.2, p.179-195, 2011.

VIEIRA, E.; MEIRELLES, R. M. S; RODRIGUES, D. C. G. A. **O uso de tecnologias no ensino de química: a experiência do laboratório virtual química fácil**. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., Campinas. Anais... Campinas: UNICAMP, 2011.



