Ano 11 – Número/vol.31 – dezembro/2019

Revista Tecnologias na Educação

ISSN: 1984-4751

Uso da Realidade Aumentada como Estratégia para o Ensino de Bioquímica Estrutural

Alan Ferreira Alves [1]

Cícero Francisco Bezerra Felipe [1]

Juan Victor Souza Ferreira Martins [2]

Liliane dos Santos Machado [2]

RESUMO

Este trabalho apresenta uma estratégia de apoio ao aprendizado de bioquímica estrutural baseada no uso da realidade aumentada. O desenvolvimento deste trabalho foi realizado em três fases, a saber: identificação das dificuldades dos alunos com a disciplina, desenvolvimento de uma aplicação piloto com tecnologia de realidade aumentada e avaliação dos benefícios identificados por alunos com esta tecnologia no processo de aprendizado. A partir dos resultados obtidos foi feita uma proposição de material didático e modelado um aplicativo para a disciplina. O protótipo inicial permite que o estudante utilize seu dispositivo móvel para capturar elementos do material didático e sobrepor a eles a estrutura tridimensional de moléculas, podendo interagir espacialmente com elas.

Palavras-chave: Tecnologia Educacional, Realidade Aumentada, Bioquímica.

1. Introdução

Nos últimos anos, a educação superior vem passando por mudanças de paradigmas relacionadas ao processo ensino-aprendizagem. Neste contexto, o uso de metodologias tradicionais, nas quais o aluno é um sujeito passivo de aprendizado, tem sido direcionado para um processo mais dinâmico de ensino, focado na figura do discente, por meio das metodologias ativas de aprendizagem (GARZÓN, 2014), que consistem em estratégias de ensino cujo objetivo é motivar a busca e reflexão do conhecimento (MITRE, 2008). Essa necessidade de novas estratégias no processo ensino-aprendizagem é uma realidade,

[1] Laboratório de Farmacologia e Bioquímica Experimental (LAFABE). Universidade Federal da Paraíba - João Pessoa/PB. xxalanferreira@gmail.com; cicero@dbm.ufpb.br

[2] Laboratório de Tecnologias para o Ensino Virtual e Estatística (LabTEVE). Universidade Federal da Paraíba - João Pessoa/PB. juanvictor.souza@gmail.com; liliane@di.ufpb.br

principalmente no ensino universitário. Para tanto, um conjunto de habilidades e aptidões deve ser desenvolvido nos alunos com a finalidade de estimular o senso crítico, a dinâmica de comunicação e a capacidade para resolução de problemas.

As inúmeras transformações tecnológicas que facilitam o acesso às informações têm modificado o padrão tradicional de educação e exigido novas posturas dos professores e alunos, sendo necessária uma técnica moderna de ensino para que a performance acadêmica dos estudantes nas áreas das ciências melhore (LIMA, 2017). Uma ferramenta que vem auxiliando no processo de aprendizagem são as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), as quais segundo Tavares, Souza e Correia (2013), são definidas como "um conjunto de recursos tecnológicos que podem proporcionar comunicação e/ou automação de diversos tipos de processos em diversas áreas e principalmente no ensino e na pesquisa".

As TICs fundamentam-se principalmente na visão construtivista de Jean Piaget, que pressupõe a criação de ambientes de aprendizagem que possibilitam a construção de algo e relação ativa do aluno na construção e realização de tarefas. Dentre as principais vantagens que as novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) oferecem na elaboração de projetos e materiais didáticos são: a capacidade de interatividade, a possibilidade de interação a distância, e o armazenamento e organização de informações representadas de várias formas, tais como textos, vídeos, animações, jogos lúdicos e áudios.

Dentre as metodologias que se destacam pelo uso das TICs no processo ensino-aprendizagem, tem-se a realidade aumentada (RA), cujo objetivo consiste em integrar objetos tridimensionais ao mundo real. Na RA, o usuário pode interagir com objetos virtuais que são inseridos no mundo real, promovendo a possibilidade de visualizar, explorar e modificar esses objetos (TORI e HOUNSELL, 2018).

A realidade aumentada consiste em uma tecnologia que possibilita ao usuário manipular e visualizar objetos virtuais no ambiente físico e em tempo real (KIRNER, 2011). Os elementos utilizados na realidade aumentada são os computadores (PC, *smartphone*, *tablet*, etc.) dotados de *webcam*, os marcadores e as bibliotecas que possibilitam a criação de aplicativos baseados em RA. A partir da câmera o aplicativo recebe os dados de um marcador (uma imagem na cena), reconhece-os e sobre esse marcador apresenta um objeto tridimensional. A visualização final combina a imagem

capturada do mundo real combinada com o objeto virtual colocado sobre o marcador. Assim, a RA vem sendo utilizada na educação como uma ferramenta para transformar a aprendizagem mais dinâmica e atrativa para os estudantes da atual cultura digital (KIRNER, 2011).

A RA está cada vez mais sendo utilizada e hoje encontra-se presente em diversas áreas, como no setor de *marketing* e propaganda, estimulando o consumo (YAOYUNEYONG et al., 2016), na indústria de entretenimento, com desenvolvimento de jogos (PAAVILAINEN et al., 2017), na medicina, com simulação de cirurgias, diagnóstico e treinamento (CARDOSO et al., 2014), assim como na educação, desde a infantil até a universitária (MESSIAS et. Al., 2018).

Neste contexto, o desenvolvimento de metodologias educacionais baseadas no uso de RA, de acordo com Akçayir e Akçayir (2017), tem como público-alvo os alunos do primeiro grau (51%), enquanto apenas 29% são estudantes universitários. Ainda assim, diversas aplicações foram desenvolvidas com ênfase no ensino superior, com atuação em praticamente todas as áreas de estudos, em especial as ciências biológicas, exatas, matemática e informática (LEE, 2012).

O presente estudo tem como objetivo apresentar o processo de proposição do uso da tecnologia de RA associada a um material didático para o aprendizado de Bioquímica, indicando os resultados já obtidos.

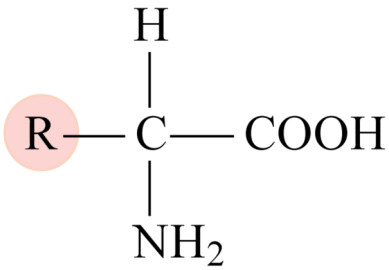
2. O Ensino de Bioquímica

O processo ensino-aprendizagem das disciplinas de Bioquímica, no geral, é desafiador pela natureza do conteúdo, o qual possui uma terminologia ampla e específica (nomes, fórmulas e estruturas químicas), por exigir um alto grau de abstração por parte do aluno, associado à necessidade de um conhecimento prévio em Química, (GARZÓN, 2014) e por conter um grande volume de informações que devem ser restringidas para adequar-se ao tempo disponível dos componentes curriculares (YOKAICHIYA, 2004). A Bioquímica fundamenta-se em mostrar em termos moleculares as estruturas, os mecanismos e os processos químicos compartilhados por todos os organismos (NELSON e COX, 2014). O ensino da Bioquímica na graduação é considerado interdisciplinar, uma vez que se encontra presente na maioria dos cursos das áreas de saúde e biológicas, tais como: Farmácia, Fisioterapia, Biologia, Nutrição, dentre outros. Sua metodologia

abrange um campo extenso de compreensão e interpretações que usa princípios presentes no ensino da Química e da Biologia, utilizando recursos que podem ser trabalhados na sua forma teórica e/ou prática (ALCÂNTARA, 2015).

Dentre os conteúdos ministrados na Bioquímica, destaca-se o tópico de aminoácidos: moléculas orgânicas formadas por uma estrutura geral (Figura 1), composta por um carbono (C-α) ligado a um grupo amina (NH_3), um grupo carboxila (COOH) e um átomo de hidrogênio (H), associada a uma cadeia lateral (R). Essas cadeias laterais não são fixas e podem sofrer algumas alterações de tamanho, estrutura e carga, dando origem, na natureza, a vinte aminoácidos comuns (NELSON e COX, 2014; TAVARES e VANNUCCHI, 2016). Essas alterações muitas vezes são sutis, com a mudança de apenas de um átomo ou grupo química, mas que acarreta mudanças relevantes na atividade do aminoácido, o que pode levar a uma dificuldade de identificação e estudo por parte do aluno.

Figura 1 - Estrutura geral de um aminoácido, onde R representa as cadeias laterais que dão origem a diferentes aminoácidos.



Fonte: Autores.

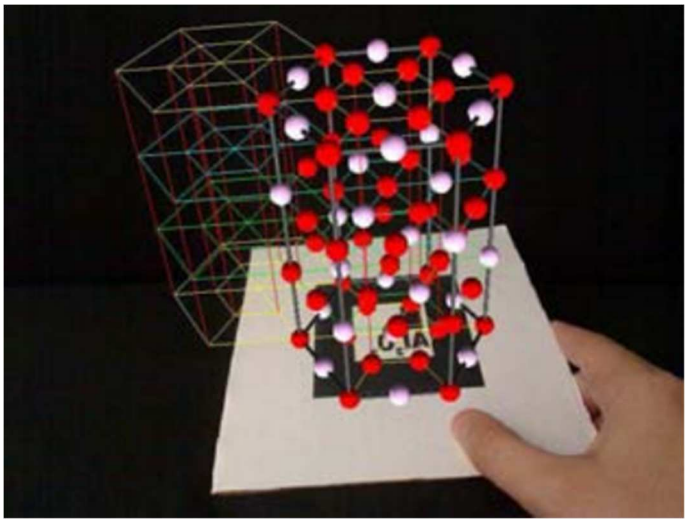
Uma das alternativas empregadas para contornar a dificuldade de visualização espacial é o emprego de modelos moleculares físicos baseado no modelo de bastões e esferas (SILVA, DE SOUZA e FILHO, 2017). Esse modelo simboliza os átomos como esferas e as ligações química como cilindros (bastões) que conectam as esferas. Essas esferas possuem cores distintas para cada átomo, sendo o carbono cinza, o nitrogênio azul, oxigênio vermelho e enxofre amarelo, etc (CHANG e GOLDSBY, 2013).

Dentre as vantagens que esses modelos comerciais apresentam estão a durabilidade e a angulação e representação correta dos átomos e ligações químicas. Entretanto, apesar de promissores, esses modelos ainda são poucos utilizados nas escolas e universidades devido principalmente ao custo agregado dos conjuntos, ao número

limitado de modelos e à restrição espacial, que limitam a manipulação pelo usuário. Essas dificuldades possibilitaram o surgimento de modelos moleculares virtuais, que permitem contornar a dificuldade de importação e custo dos modelos físicos comerciais (DE FARIAS et al., 2015). Uma das maneiras de se utilizar estes modelos virtuais é por meio da RA, que os associa a marcadores físicos, sobrepondo-os a estes marcadores.

Na área de Química, Núñez et al. (2008) desenvolveram uma aplicação que permite a manipulação espacial de algumas moléculas de cristais utilizando marcadores de RA para tal finalidade (Figura 2). Ainda no campo da Química, Wojciechowski e Cellary (2013) desenvolveram um aplicativo que simula um laboratório onde os estudantes podiam conduzir experimentos ou manipular diversas substâncias químicas, simbolizadas com marcadores de RA específicos. Finalmente, Qassem et at. (2016) desenvolveram uma aplicação similar, na qual os estudantes podiam visualizar em RA uma reação química utilizando, também, marcadores específicos para tal finalidade.

Figura 2 - Visualização tridimensional de uma molécula cristalina.

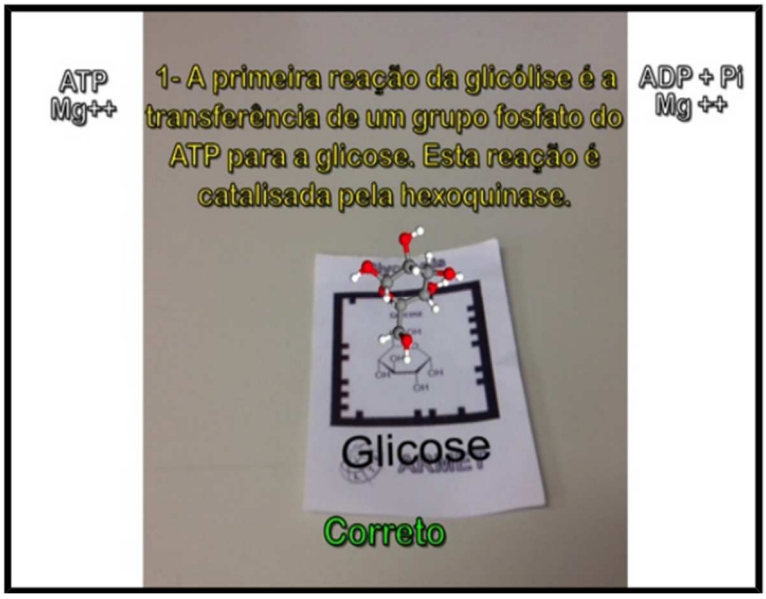


Fonte: Núñez et al., 2008.

Na área da Bioquímica, entretanto, ainda existem poucos trabalhos com a utilização da RA para ensino, destacando-se o aplicativo ARMET (Figura 3), que aborda como tema algumas vias do metabolismo. A aplicação foi desenvolvida em 2014 para *smartphones* e consiste em um jogo de perguntas e respostas acompanhado de um conjunto de cartões contendo desenhos bidimensionais de algumas moléculas. Esses cartões representam as respostas para algumas perguntas mostradas na tela do dispositivo e, quando reconhecidos pela câmera, apresentam a estrutura tridimensional da molécula representada no cartão (GARZÓN, 2014).

Observa-se que as aplicações que fazem uso da RA no contexto da educação em Bioquímica foram concebidas de modo que podem ser utilizadas independentemente de um material físico de referência. Nestes casos, pode-se citar o uso da RA nas seguintes situações: 1) conteúdo educativo em um aplicativo e uso de marcadores (cartões físicos) para visualização tridimensional e interação; 2) uso de marcadores para visualização de moléculas, sem material físico específico associado. Em ambos os casos, a visualização dos modelos não está associada a um conteúdo textual explicativo ou material didático, causando uma sensação de isolamento e impossibilitando a utilização constante e rotineira dos modelos (DE FARIAS et al., 2015).

Figura 3 - Imagem do aplicativo ARMET.



Fonte: Garzón et al., 2014.

3. Metodologia

Para o presente trabalho foi proposto o desenvolvimento de um material didático físico associado a um aplicativo de realidade aumentada, de modo a dinamizar o aprendizado com elementos interativos, sem que estes elementos sejam dissociados do seu contexto. Para tanto, foi realizada uma fase preliminar de levantamento de requisitos, seguida por uma fase de desenvolvimento.

3.1. Fase Preliminar

A fase preliminar do trabalho foi composta por três etapas, a saber: Etapa 1- aplicação de um questionário para identificar as dificuldades dos alunos com o

aprendizado de bioquímica e levantar possíveis soluções para o problema; Etapa 2 - desenvolvimento de uma aplicação piloto de visualização de molécula com RA, segundo os resultados obtidos com a etapa anterior; Etapa 3 - apresentação da aplicação piloto para a turma, seguida da avaliação dos alunos sobre os benefícios da tecnologia desenvolvida. Tanto na etapa 1 quanto na etapa 3, foram aplicados questionários para os alunos do curso superior de Farmácia matriculados na disciplina de Bioquímica Estrutural no período de março a junho de 2018 da Universidade Federal da Paraíba em João Pessoa. O primeiro questionário consistiu em seis perguntas de caráter objetivo e subjetivo, e foi aplicado para um total de vinte e cinco alunos.

Os resultados obtidos com o primeiro questionário subsidiaram o desenvolvimento de uma aplicação de visualização de uma estrutura molecular discutida na disciplina para dispositivos móveis baseado em realidade aumentada. Após a apresentação do material e uso pelos alunos, um segundo questionário foi aplicado para capturar as impressões dos mesmos acerca das suas impressões quanto ao uso da aplicação piloto. Este questionário consistiu em seis afirmações estruturadas por meio de escalas do tipo Likert, com escores variando de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente), o qual foi aplicado para um total de vinte e nove alunos.

3.2. Fase de Desenvolvimento

Os resultados obtidos com a primeira fase do trabalho permitiram verificar a aceitabilidade dos alunos quanto ao uso da tecnologia de RA, bem como a viabilidade e o conteúdo da mesma, o que subsidiou a execução da fase de desenvolvimento, que consistiu em duas novas etapas: 1) a primeira delas consiste na elaboração de um material didático especifico para a disciplina, seguida 2) da modelagem de um aplicativo para uso em dispositivos móveis.

4. Resultados

4.1. Primeira Fase

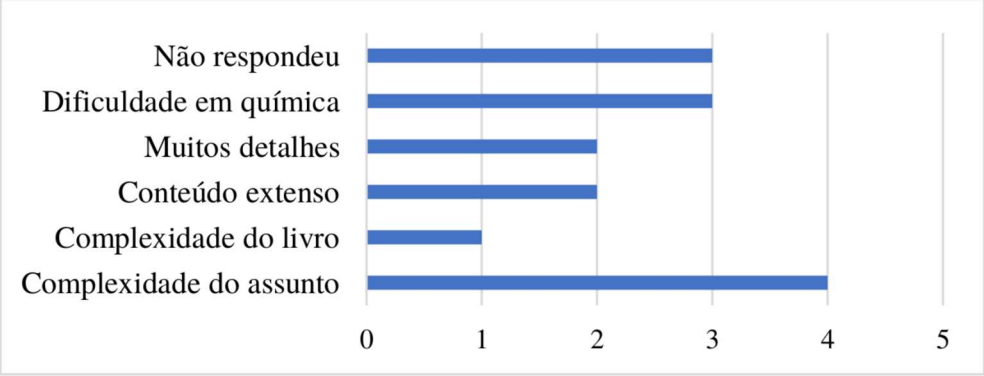
Os resultados obtidos nesta fase permitiram conhecer as necessidades relacionadas ao aprendizado da disciplina, bem como verificar a aceitação de alunos com a RA como tecnologia de apoio ao processo educacional.

4.1.1 Etapa 1

O primeiro questionário (n=25) teve como objetivo verificar a opinião dos alunos em relação às dificuldades por eles observadas quanto ao aprendizado dos principais conteúdos da disciplina, bem como a possibilidade de utilização de recursos tecnológicos para este fim.

A primeira pergunta feita foi "Você acha a bioquímica uma disciplina difícil?" Em relação à dificuldade em Bioquímica Estrutural, 60% (n=15) consideraram a Bioquímica Estrutural uma disciplina difícil. Destes, 26,60% atribuem a dificuldade à complexidade do assunto, 20% à dificuldade em entendimento de química, 20% não especificaram, 13,3% ao conteúdo extenso, 13,3% ao detalhamento excessivo e 6,6% à complexidade do livro (Figura 4). Com isso, constata-se que a maioria dos alunos considera a bioquímica uma disciplina difícil, destacando-se principalmente o excesso e dificuldade de conceitos. A dificuldade em química dos alunos de bioquímica reforça o que é visto na literatura e pode ser explicada pelo contato ainda prematuro com essa área, visto que a disciplina é ofertada geralmente no primeiro ano dos cursos, associado a um ensino médio deficiente (ZENI, 2010; ANDRADE et al., 2017).

Figura 4 - Número de alunos relacionados às principais dificuldades encontradas.

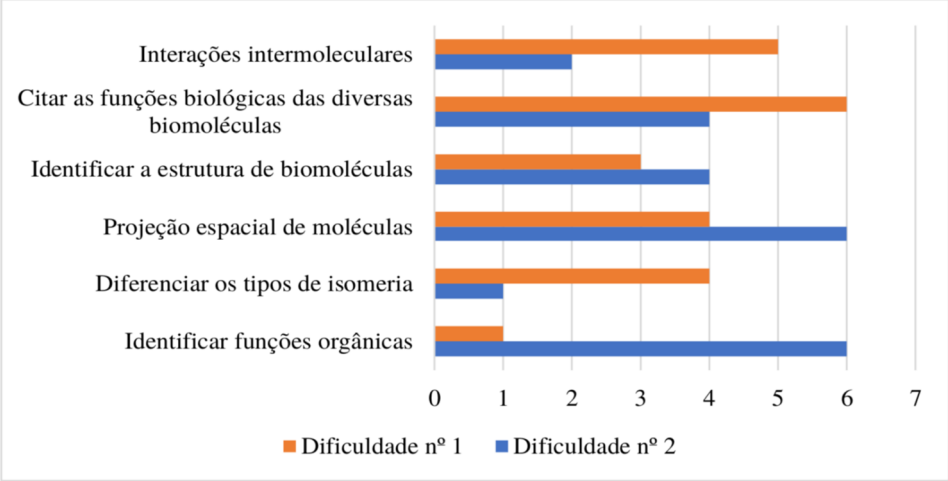


Fonte: Autores

A segunda questão pedia ao aluno para enumerar, em ordem decrescente de relevância, as suas maiores dificuldades dentro da disciplina. Dentre os itens enumerados, os alunos consideram as maiores dificuldades no conteúdo de Bioquímica Estrutural citar as funções biológicas das biomoléculas (31%), seguido por "identificar interações intermoleculares" (27%) e a visualização espacial das biomoléculas (18%) (Figura 5). As duas maiores dificuldades são assuntos ministrados no ensino médio e revisados na graduação e podem ser explicadas por um ensino médio deficiente. A terceira maior

dificuldade pode ser explicada pelo menor contato com a abstração de biomoléculas, visto que não é praticado durante o período escolar e é necessário alto grau de exigência dessa habilidade para a compreensão dos processos bioquímicos.

Figura 5 - Número de alunos relacionados aos tópicos de maior dificuldade dentro da disciplina de Bioquímica Estrutural.



Fonte: Autores.

Na terceira pergunta, foi questionado se os alunos utilizavam algum dispositivo eletrônico – celular, *tablet*, computador ou outro aparelho – para estudar. Quanto à utilização de dispositivos eletrônicos para o estudo, 92% (n=23) responderam que os usavam, dentro os quais 70% utilizam o celular e 30% o computador. Outros 4% responderam que não utilizam nenhum aparelho eletrônico e outros 4% não responderam à pergunta. Esse resultado corrobora com o estudo de DINIZ (2006) que mostra que a maioria dos estudantes universitários utiliza pelo menos um dispositivo eletrônico para estudar, de modo a facilitar a pesquisa, expandir as informações disponíveis e melhorar o desempenho acadêmico.

Na quarta questão, foi perguntado se os alunos utilizavam algum aplicativo para estudar Bioquímica Estrutural e se positivo, para citar alguns deles. A maioria dos alunos (96%, n = 24) responderam que não utilizam, enquanto 4% responderam que utilizavam. Alguns alunos que responderam "sim", confundiram os termos aplicativo e *website*. Esse resultado provavelmente acontece pela escassez de programas voltados para o tema, uma vez que a maioria utiliza celular ou computador para estudar e poucos utilizam algum aplicativo.

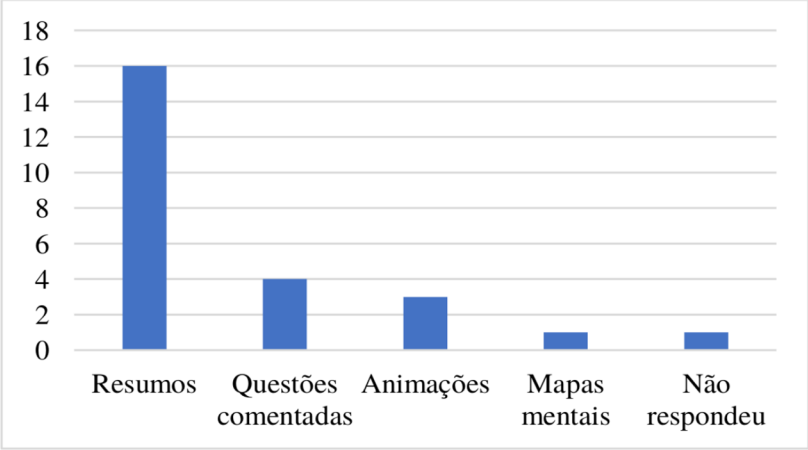
Na quinta questão os alunos deveriam responder à pergunta: “Você acha que a criação de aplicativos voltados à bioquímica poderia ajudar na compreensão dos assuntos ministrados durante a disciplina?” e, em caso de resposta afirmativa foi solicitado que comentasse alguns recursos ou utilidades que esses aplicativos deveriam conter (Figura 6). Todos os alunos entrevistados responderam “sim” para a pergunta em questão, sugerindo que aplicativos deveriam possuir ferramentas para melhor fixação do assunto, acesso a informações textuais e a apresentação de estruturas tridimensionais.

Figura 6 - Número de alunos relacionados aos principais recursos de um aplicativo desenvolvido para a disciplina.

Fonte: Autores.

Na última questão do primeiro questionário, foi perguntado, baseado nas respostas da quinta questão, quais conteúdos (textos, vídeos, animações, etc.) ele conteria e como seria sua estrutura (quiz, mapas mentais, etc.). Dentre as propostas, os alunos responderam que um aplicativo para bioquímica estrutural deveria conter resumos (64%, n = 16), questões comentadas (16%, n=4), animações (12%, n=3) e/ou mapas mentais (4%, n = 1) (Figura 7).

Figura 7 - Principais conteúdos que devem estar presentes no aplicativo relacionado ao número de alunos.



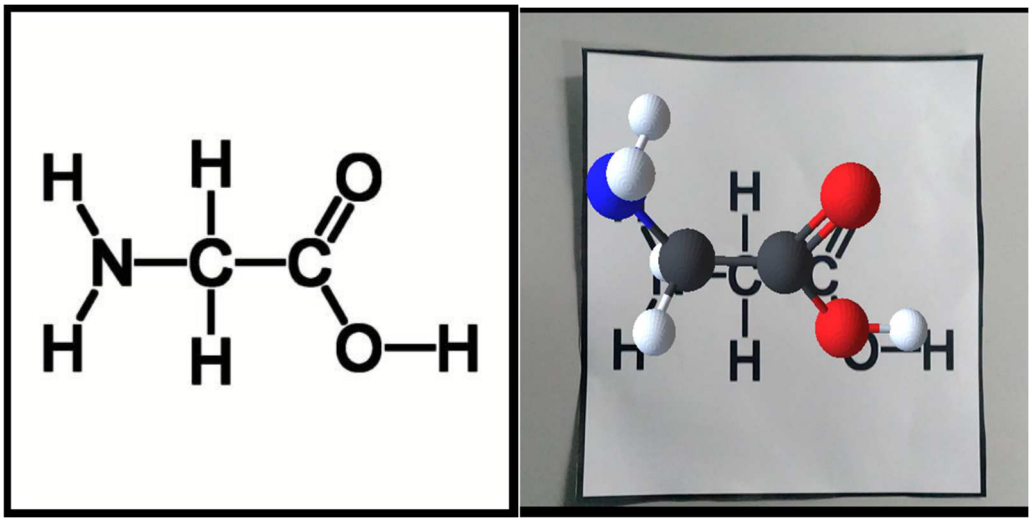
Fonte: Autores

Os resultados da primeira etapa da pesquisa permitiram identificar que os alunos possuem dispositivos tecnológicos (96%) e que, além de outras possibilidades, gostariam de poder identificar e compreender melhor aspectos estruturais e espaciais relacionados ao conteúdo da disciplina. Entretanto, os alunos não conseguiram expressar como gostariam que isso ocorresse, senão por informações textuais (resumos, questões comentadas e mapas mentais) e animações, evidenciando a forma bidimensional presente no aprendizado tradicional baseado em aula expositiva em quadro ou livros.

4.1.2. Etapa 2

Uma vez que as questões espaciais foram identificadas com uma das principais dificuldades dos alunos (questão 2, dificuldade número 1), iniciou-se o desenvolvimento de um protótipo de visualização espacial baseado no uso de realidade aumentada. Neste protótipo, optou-se por incrementar a informação textual e gráfica dos livros e materiais impressos com o auxílio de um aplicativo para dispositivos móveis. Por meio do protótipo, os alunos puderam experimentar a manipulação interativa de uma molécula em 3D, sobreposta automaticamente ao desenho bidimensional desta molécula (Figura 8).

Figura 8 - Representação estrutural bidimensional da molécula da glicina (esquerda) e protótipo de realidade aumentada em execução com a sobreposição da molécula tridimensional a um marcador em papel (direita).



Fonte: Autores

4.1.3. Etapa 3

A partir dos dados obtidos com o primeiro questionário e a apresentação do protótipo para a turma, um segundo questionário foi feito com o objetivo de verificar a utilidade do aplicativo para a disciplina, bem como a possibilidade de visualização e interação com o modelo apresentado. Com os resultados obtidos a partir do segundo questionário (n=29), foi feita uma tabela (Quadro 1) relacionando cada afirmação com o grau de concordância dos alunos, em que quanto maior a proximidade de 5, maior o grau de concordância.

Quadro 1. Avaliação dos alunos da disciplina de Bioquímica Estrutural do curso de Farmácia da UFPB sobre os benefícios da tecnologia desenvolvida.

Afirmação	**Média**
Eu usaria um aplicativo baseado nessa ideia.	**4,90**
O processo educacional de bioquímica seria mais produtivo com a utilização desta aplicação piloto.	**4,83**
O processo educacional de bioquímica seria mais interessante com a utilização desta aplicação piloto.	**4,87**
Esta aplicação piloto poderia ser útil para o ensino de Bioquímica Estrutural.	**4,93**
Eu pagaria um valor simbólico para utilizar desta aplicação piloto.	**4,20**
Esta aplicação piloto seria mais interessante se acompanhada por conteúdo	**4,76**

textual.	

Os resultados representam as médias das respostas dos alunos, considerando o intervalo de valores de 0 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente), segundo a escala de Likert.
Fonte: Autores

A escala tipo Likert é constituída por itens em que o respondente será avaliado para manifestar a sua opinião de acordo ou desacordo com a afirmação feita e o grau de intensidade das respostas (PASQUALI, 2011). A partir disso, verificou-se que a maioria dos alunos concorda com afirmações "Este aplicativo poderia ser útil para o ensino de Bioquímica Estrutural", "Eu usaria um aplicativo baseado neste protótipo" e "O processo educacional de bioquímica seria mais interessante com a utilização deste aplicativo".

4.2. Segunda Fase (modelagem da aplicação)

Uma vez que uma das maiores dificuldades apontadas pelos alunos foi a visualização espacial de biomoléculas, um recurso que utilize a RA poderia suprir essa necessidade. Além disso, essa tecnologia permitiria maior interação, com a possibilidade de rotação, visualização de funções orgânicas, modificações no tamanho das biomoléculas e identificação de padrões moleculares. Dessa forma, com o objetivo de suprir a demanda citada anteriormente, está sendo desenvolvido um aplicativo de realidade aumentada baseado na estrutura tridimensional dos aminoácidos, associados a um conteúdo textual complementar, uma vez que a aplicação piloto foi utilizada apenas para verificar a aceitação da tecnologia de RA pelos alunos.

O material didático proposto (Figura 9) encontra-se em fase de elaboração. O mesmo consiste em um resumo contendo um texto conciso sobre as características químicas, funções biológicas e curiosidades sobre os vinte aminoácidos comuns. Além disso, o material contém figuras bidimensionais representando as estruturas moleculares dos aminoácidos, as quais servirão para reconhecimento da câmera do dispositivo móvel para o aplicativo de realidade aumentada.

O material didático tem como objetivo servir de suporte tanto para o aluno quanto para o professor, sendo essencial para funcionamento do aplicativo, uma vez que os identificadores das moléculas estarão presentes ao longo do texto. Quando finalizado, o material será disponibilizado em uma página vinculada à universidade, especificada no

aplicativo. Isso fará com que o material didático possa ser acessado e baixado para utilização, ficando esta última independente de uma conexão à internet.

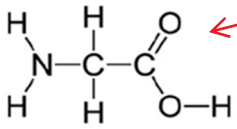
Figura 9 - Esboço do material didático.

Glicina

A glicina é um aminoácido não essencial, sendo um dos 20 comumente encontrados nas proteínas.

A glicina foi descoberta em 1920 pelo químico francês Henri Braconnot ao hidrolisar a gelatina em aquecimento com ácido sulfúrico. O seu nome foi proposto pelo químico sueco Berzelius e vem de uma palavra grega que significa "Sabor doce" (VICKERY; SCHMIDT, 1931).

Estrutura Química: É o único aminoácido que não apresenta quiralidade e a sua cadeia lateral possui apenas um átomo de hidrogênio, o que confere compacidade à molécula. Em pH fisiológico, a sua carga líquida é neutra (NELSON; COX, 2014).



marcador de realidade aumentada

Características químicas:

Fórmula química	$C_2H_5NO_2$
Abreviatura:	Gly
Símbolo:	G
Nome IUPAC:	Ácido 2-Aminoetanoico
Classificação:	Aminoácido apolar alifático
Peso molecular:	75.067 $g \cdot mol^{-1}$
Aparência:	Cristais brancos
Densidade:	1161 kg/m^3
Ponto de fusão:	290 °C
pK_1, pK_2	2.34; 9,6
pI	5,97

Funções biológicas:

A glicina é um neurotransmissor inibitório no sistema nervoso central, por meio de receptores que ativam canais de cloreto, causando uma hiperpolarização e impedindo que o potencial de ação se propague (WELLENDORPH et al., 2017).

Esse aminoácido também está presente no colágeno, proteína presente em grandes quantidades na matriz extracelular, formando cerca de um terço de sua composição. (NELSON; COX, 2014).

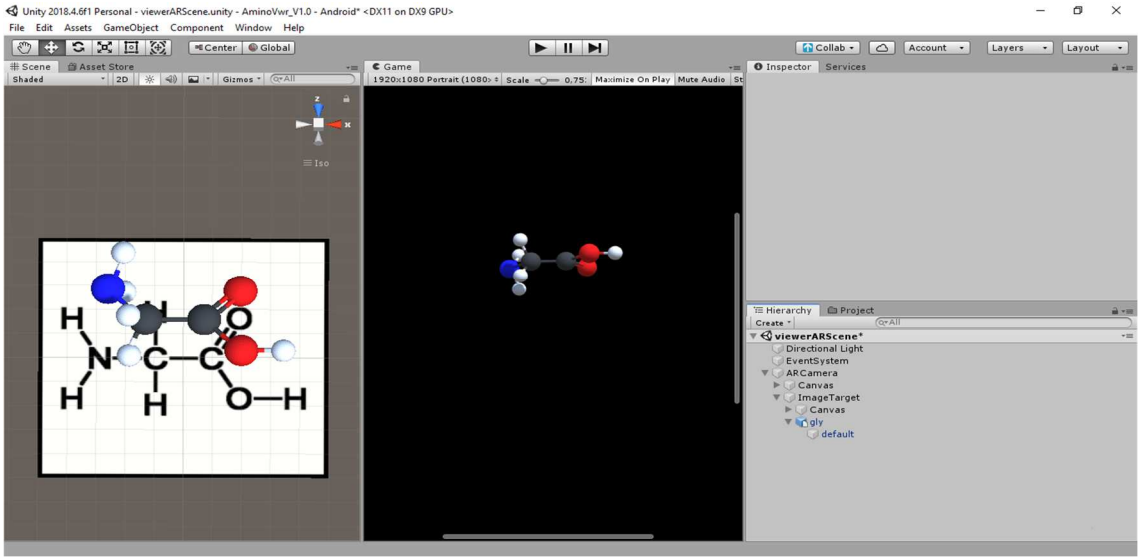
Fonte: Autores

Como elemento integrante da ferramenta educacional, está sendo desenvolvido um aplicativo de realidade aumentada que funciona como extensão do conteúdo escrito, permitindo ampliação da estrutura bidimensional para sua forma tridimensional, com capacidade de manipulação e interação do aluno com a molécula escolhida. Para seu desenvolvimento está sendo utilizada a plataforma de desenvolvimento Unity 3D (Figura 10), que possui algumas vantagens, sendo as principais: a presença de diversos elementos gráficos gratuitos e pagos que aceitam importação de diversas plataformas como Blender e 3DSMax; interface acessível e de fácil utilização; a disponibilização de tutoriais para

desenvolvimento de aplicações; a fácil conversão entre plataformas como PC, Android, iOS, etc e a licença gratuita para desenvolvimento de aplicações não comerciais (LIMA, 2018; TORRES, 2015).

Além disso, foi utilizado o Vuforia, um kit de desenvolvimento software (SDK) de RA próprio para dispositivos móveis, que facilita o rastreamento e reconhecimento de objetos para interação entre um objeto virtual e um real (LIMA, 2018). O Vuforia também possui licença gratuita para desenvolvimento de aplicações não comerciais com suporte para Unity, Android, iOS e conta com um portal de desenvolvedores, com vários tutoriais e dicas para utilização (BERGAMASCHI e MORAIS, 2014).

Figura 10 - Tela de desenvolvimento do Unity.

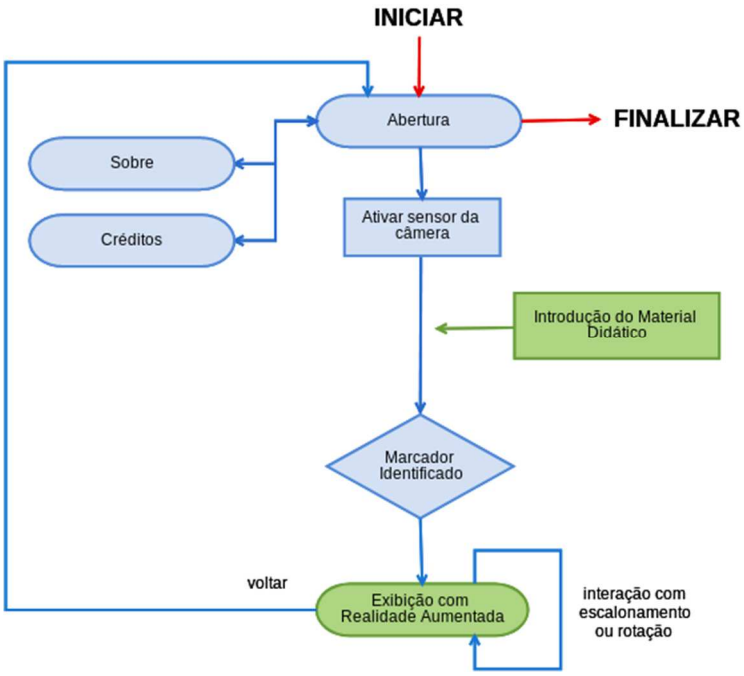


Fonte: Autores

O projeto inicial do aplicativo (Figura 11) conta com quatro telas, apresentadas como objetos de bordas arredondadas: uma tela de abertura que pode levar a três outras telas: Sobre, que possui informações sobre como utilizar o aplicativo e a respeito do desenvolvimento do aplicativo, Créditos, que possui informações sobre os desenvolvedores, os laboratórios envolvidos e sua instituição de pesquisa, e a tela de Exibição com Realidade Aumentada, que inicia a câmera e procura de um marcador na cena capturada para a ele sobrepor a molécula tridimensional relacionada. Esse marcador encontra-se presente no material didático, evidenciando a necessidade dele para aplicação funcionar. Uma vez visualizada a molécula, o usuário pode interagir com a mesma,

realizando rotações e escalonamentos. Os elementos em verde na figura fazem referência aos elementos específicos do conteúdo didático.

Figura 11 - Fluxograma de telas do aplicativo.



Fonte: Autores

6. Conclusões

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que os alunos têm a percepção de que a Bioquímica Estrutural é uma disciplina cuja dificuldade está relacionada à complexidade do assunto, o qual depende em parte do conhecimento de aspectos básicos da química, a saber: identificação das principais funções químicas e compreensão das estruturas espaciais de moléculas. A maioria dos alunos afirmou que utiliza de dispositivos eletrônicos em seus estudos e que a criação de aplicativos que possibilitem a interação com a estrutura tridimensional de moléculas seria uma estratégia importante no processo ensino-aprendizagem do componente curricular Bioquímica Estrutural.

Conclui-se também que a criação de um material didático físico, contendo imagens e informações textuais sobre os aminoácidos, seria mais atrativo se associado

a um aplicativo para dispositivos móveis baseado em realidade aumentada, o qual possibilitaria a interação e a manipulação de estruturas químicas, permitindo ao aluno um melhor aproveitamento do material didático, além de tornar mais dinâmico e fácil o processo de aprendizagem.

Este trabalho apoia-se na proposta da tecnologia como um elemento auxiliar no processo de aprendizagem, sem que esta substitua materiais tradicionais, mas enriqueça-os de modo a permitir ao aluno interagir com o conteúdo. Nesta vertente, o desenvolvimento da solução educacional permeia esta relação, buscando compreender como a tecnologia pode incrementar o processo, tornando-o não somente mais atrativo, mas permitindo cobrir lacunas exploratórias do conteúdo não possíveis com os meios tradicionais.

7. Referências Bibliográficas

ALCÂNTARA, N.; VIEIRA, A. **Elaboração e utilização de um aplicativo como ferramenta no ensino de Bioquímica: carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos**. Revista de Ensino de Bioquímica, v. 13, n. 3, p. 54-72, 2015.

AKÇAYIR, M., AKÇAYIR, G**. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature**. Educational Research, v. 20, p. 1-11, 2017.

ANDRADE, R.S.B.; SILVA, A.F.S.; ZIERER, M.S. **Avaliação das dificuldades de aprendizado em Bioquímica dos discentes da Universidade Federal do Piauí**. Revista de Ensino de Bioquímica, v.15, n. 1, p. 24-39, 2017. Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular – SBBq. DOI:10.16923/reb.v15i1.690.

BERGAMASCHI, M. P., MORAIS, T.M.A. **Estudo sobre a utilização de VUFORIA e Unity 3D com RA para dispositivos móveis**. 2014.

CARDOSO R. G. S., PEREIRA, S.T., CRUZ, J.H., ALMEIDA, W.R.M. **Uso da Realidade Aumentada em Auxílio à Educação.** Computer on the Beach, p. 330-339, 2014.

CHANG, R.; GOLDSBY, K.A. (2013). **Química.** Bookman. 11ª edição.

DE FARIAS, F. M. C.; DEL-VECCHIO, R. R; CALDAS, F. R. R. e GOUVEIA-MATOS, J. A. de M. **Construção de um Modelo Molecular: Uma Abordagem Interdisciplinar**

Química-Matemática no Ensino Médio. Revista Virtual de Química, v. 7, n. 3, p. 849-863, 2015.

DINIZ, C. N.; OLINTO, G. **O uso da tecnologia da informação entre universitários**. In: 7º ENANCIB – Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, 2006.

GARZÓN, J. C. V; MAGRINI, M. L; COSTA, C; GALEMBECK, E. **Metodologias inovadoras: Realidade aumentada no ensino de vias metabólicas.** Revista de Ensino de Bioquímica, v. 12, n. 2, p. 128-143, 2014.

KIRNER, C., KIRNER, T.G. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências.** XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality: p. 10-11, 2011.

LEE, K. **Augmented Reality in Education and Training.** TechTrends, v. 56, n. 2, p. 13-21, 2012.

LIMA, E. F. **O Uso das TICs e da Pesquisa como Recursos Pedagógicos no Ensino de Bioquímica para o Curso de Licenciatura em Química.** Revista de Graduação USP, v. 2, n. 2, p. 115-120, 2017.

LIMA, G.O. **Framework para Construção de Jogos de Cartas Colecionáveis com RA.** Monografia. Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, 2018.

MESSIAS, T.F., RODRIGUES, A.G.C.D.R., VIEIRA, M.P., DANTAS R.R., SOARES, H.B. **Corpo Humano 3D: aplicativo para uso de realidade aumentada.** Revista Tecnologias na Educação v. 10, n. 26, p. 208-228, 2018.

MITRE, S. et al. **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais.** Ciência Saúde Coletiva v. 13, n. 2, p. 2133-44, 2008.

NELSON, D. L.; Cox, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. Artmed, 6ª Edição, 2014.

NÚÑEZ, M.R., QUIRÓS, R., NÚÑEZ, I., CARDA, J.B., CAMAHORT, E. **Collaborative Augmented Reality for Inorganic Chemistry Education.** IASME International Conference on Engineering Education, p. 271-277, 2008.

PAAVILAINEN J., KORHONEN, H., ALHA, K., STENROS, J., KOSKINEN, E., MAYRA, F. **The Pokémon GO Experience: A Location-Based Augmented Reality Mobile Game Goes Mainstream.** CHI Conference on Human Factors in Computing Systems: p. 2493-2498, 2017.

PASQUALI, L. **Psicometria: Teoria dos testes na psicologia e educação.** Vozes, 4ª Edição, 2011.

QASSEM, L.M., HAWAI, H.A., SHEHHI, S.A., ZEMERLY, M.J., NG, J.W. **AIR-EDUTECH: augmented immersive reality (AIR) technology for high school chemistry education.** IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), p. 842-847, 2016.

SILVA, T.S; DE SOUZA, J.J.N; FILHO, J.R.C. **Construção de Modelos Moleculares com Material Alternativo e Sua Aplicação em Aulas de Química.** Experiências em Ensino de Ciências, v. 12, n. 2, p. 104-117, 2017.

TAVARES, H.F.M; VANUCCHI, H. Aminoácidos: funções e segurança. **Aminoácidos.** Capítulo I, p. 13-36, International Life Sciences Institute do Brasil, 2016.

TAVARES, R; SOUZA, R. O.; CORREIA, A. O. **Um Estudo sobre a 'TIC' e o Ensino da Química.** Revista Geintec, v. 3, n. 5, p. 155-167, 2013.

TORI, R.; HOUNSELL, M.S. **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada.** 1ª edição, 2018.

TORRES, R.D. **Desenvolvendo um Jogo Para Ensinar Física com Unity 3D.** Monografia. Curso Sistemas de Informação, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, Minas Gerais, 2015.

WOJCIECHOWSKI, R., CELLARY, W. **Evaluation of Learners' Attitude toward Learning in ARIES Augmented Reality Environments.** Computers & Education v. 68, p. 570-585, 2013.

YAOYUNEYONG G., Foster J., JOHNSON E., JOHNSON D. **Augmented Reality Marketing: Consumer Preferences and Attitudes Toward Hypermedia Print Ads.** Journal of Interactive Advertising, v. 16, n.1, p. 16-30, 2016. DOI: 10.1080/15252019.2015.1125316.

YOKAICHIYA, D. K.; GALEMBECK, E.; TORRES, B. B. **O que alunos de diferentes cursos procuram em disciplinas extracurriculares de bioquímica.** Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular v. 1, E1-E8, 2004.

ZENI, A.L.B. **Conhecimento prévio para a disciplina de bioquímica em cursos da área da saúde da Universidade Regional de Blumenau-SC.** Revista de Ensino de Bioquímica v. 2, n. 1, B1-B14, 2010.

Recebido em Novembro 2019
Aprovado em Novembro 2019