

Desenvolvimento de ferramentas multimidiáticas para o ensino de bioquímica

Development of multimedia tools for biochemistry teaching

Giselly Dias^{1,2}

Felipe Sales de Oliveira¹

Pedro Geraldo Pascutti²

Maria Lucia Bianconi¹ | lucia.bianconi@gmail.com

RESUMO

A bioquímica é uma disciplina do ciclo básico de diferentes cursos da área de Ciências da Saúde. Porém, apesar dos avanços observados nos livros didáticos de bioquímica, a visualização de estruturas e reações ainda é muito limitada, já que as representações são estáticas, longe de ser ideal. Nosso grupo vem desenvolvendo um material multimidiático, consistindo de vídeos que combinam filmes, animações e dinâmica molecular com o objetivo de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem em bioquímica.

Palavras-chave: Ensino de bioquímica, vídeos instrucionais, animação molecular, estrutura 3D de biomoléculas.

ABSTRACT

Biochemistry is an introductory discipline in the common curriculum required for many undergraduate courses in health sciences. However, despite of the many advances in biochemistry textbooks the visualization of structures and reactions is still very limited by static representations, far from ideal. Our group has been developing multimidiatic video-based instructional materials that combine movies, animations, and molecular dynamics with the purpose of helping the teaching-learning process in biochemistry.

Keywords: *Biochemistry teaching; instructional videos; molecular animation; 3d structure of biomolecules*

1 Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

2 Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

INTRODUÇÃO

A bioquímica é uma disciplina oferecida no ciclo básico de diversos cursos da área da Saúde. Porém, é uma disciplina que exige um alto grau de abstração para compreender de que forma a estrutura de uma macromolécula está intimamente ligada à sua função. É muito difícil para o aluno perceber que os diferentes mecanismos apresentados ocorrem de forma simultânea. Apesar da importância da bioquímica para os profissionais da área da Saúde, o fato de ser apresentada no início do curso faz com que os alunos tenham, também, dificuldade em perceber a relação dos mesmos com sua futura atuação profissional, fatos relatados pelos estudantes nas primeiras aulas de bioquímica de cursos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde atuamos. Certamente, cabe ao professor saber mostrar a importância da disciplina para a carreira desse aluno, já nos primeiros momentos, nas primeiras aulas. O aluno precisa perceber que os avanços da ciência no que se refere ao diagnóstico e tratamento de diversas doenças ocorreram a partir de um estudo básico (ou ciência básica) em bioquímica.

Oliveira e colaboradores (2010) sugerem que os alunos de Odontologia e Fonoaudiologia estão cientes da importância da bioquímica para sua carreira, “embora ainda não sejam capazes de definir com clareza a forma como esses conhecimentos serão aplicados”. Porém, para Zeni (2010), a assimilação dos conteúdos de bioquímica não é satisfatória, o que pode implicar na percepção da importância da disciplina na prática de Fisioterapia.

Apesar de sua importância nas diferentes carreiras da Saúde, Beckhauser e colaboradores (2005) relataram que 92,3% dos alunos de Medicina avaliados admitem ter dificuldade para entender a disciplina. Isso, provavelmente se deve ao fato de que os conceitos requerem um conhecimento prévio de química, o qual muitos deles não têm (AMARAL *et al.*, 2006; HEIDRICH e ANGOTTI, 2010; ZENI, 2010). Os alunos costumam confundir moléculas com organelas e “função” com processos metabólicos ou exemplos de moléculas (ZENI, 2010). Além disso, os alunos no início da graduação são oriundos de um ensino básico tradicional no qual a memorização é estimulada e têm dificuldade em perceber o “todo”, ou seja, perceber que em nosso organismo diversas reações estão ocorrendo ao mesmo tempo, que não só dependem de um perfeito sincronismo entre elas como de propriedades das macromoléculas e agregados macromoleculares envolvidos nos processos biológicos. A relação entre estrutura e função de macromoléculas é essencial; qualquer fator que leve a mudanças na estrutura de uma molécula, causará mudanças na sua função.

Tomando-se como exemplo as proteínas, tema apresentado no início da disciplina de bioquímica, perceberemos que os alunos trazem conceitos alternativos do ensino médio. Esse tema passou a ser o foco de trabalho de nosso grupo por considerarmos sua importância no processo biológico, além do fato de permitir, facilmente, a contextualização.

Atualmente, muito se discute sobre as metodologias de ensino que devem ser utilizadas para aumentar o interesse do aluno e permitir um aprendizado efetivo. O construtivismo, por exemplo, é uma linha de estudos sobre o processo de ensino-aprendizagem que defende que a construção do conhecimento deve ser feita a partir de conceitos prévios que o aluno traz para a sala de aula. A teoria do aprendizado significativo de Ausubel sugere que o aluno apenas aprende aquilo que tem um significado para ele, e isso só é possível se os novos conceitos são formados a partir de conhecimentos previamente adquiridos (AUSUBEL *et al.*, 1986). A metodologia construtivista de ensino sugere que o **professor seja apenas um mediador, pois assim** os alunos têm um papel ativo no processo de ensino-aprendizagem. Ou seja, essa metodologia leva em conta a bagagem de conhecimento adquirida anteriormente, que deve ser valorizada pelo professor e pela escola. Porém, é necessário um certo cuidado para não entendermos como o conceito prévio pode afetar o novo conceito, como discutido no livro publicado pela National Academies Press (BRANSFORD *et al.*, 2000), onde é citado um livro infantil, *Fish is fish* (LIONNI, 1970). Nesse livro, um peixe, querendo saber como era a vida na terra, torna-se amigo de um sapo, já que este podia transitar entre o lago e a terra. Enquanto o sapo descrevia as “maravilhas” terrenas que não

existiam no lago, o peixe criava imagens que representavam o que escutava, tomando como referência o que lhe era conhecido. Assim, os pássaros, por exemplo, não passavam de peixes com asas e penas coloridas (LIONNI, 1970). Bransford e colaboradores (2000) também comentam trabalhos que discutem que alunos de graduação geralmente desenvolvem seus conceitos de fenômenos físicos e biológicos que tem significado em suas próprias experiências, mas não com os conceitos científicos que definitivamente os descreve.

Para finalizar, gostaríamos de citar o trabalho de Felder e Silverman (1988) que pontua, de maneira admirável, que cada aluno é um indivíduo, ou seja, a forma com que cada aluno aprende é única. Alguns alunos preferem os métodos visuais, enquanto outros têm um estilo verbal de aprendizagem; alguns são ativos e outros, reflexivos. Senra (2009), baseada nessa teoria, descreve o processo de aprendizagem como complexo; portanto, para contemplar a todos (ou, pelo menos, a maioria), o professor precisa utilizar uma “combinação de diferentes dinâmicas de trabalho em sala de aula beneficia diversas preferências de aprendizagem” (SENRA, 2009). Isso é possível no ensino das Ciências Naturais, o qual permite o uso de diferentes metodologias de ensino-aprendizagem. A experimentação é indiscutivelmente uma estratégia essencial que pode ajudar na melhor compreensão dos fenômenos estudados, assim como os materiais multimidiáticos são interessantes para mostrar a dinâmica das macromoléculas biológicas como parte essencial para sua função.

Nosso grupo está desenvolvendo experimentos realizados com material de fácil acesso e de baixo custo sobre diferentes propriedades de enzimas, além de um material audiovisual, com vídeos que ilustram a dinâmica de proteínas e enzimas. Esse material tem tido grande aceitação pelos alunos de graduação.

1. METODOLOGIA

Produção dos vídeos. Os vídeos utilizados nas aulas de bioquímica com alunos de primeiro período de Odontologia da UFRJ tinham conteúdo teórico (estrutura do colágeno e da elastina; agregação de substâncias apolares) ou prático (experimento com proteases de frutas). Os vídeos teóricos são resultado de simulação, dinâmica molecular e animações. As simulações e dinâmicas foram realizadas no cluster Jaguatirica, localizado no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, sob coordenação do Prof. Pedro Pascutti, o qual tem um cluster de alto desempenho computacional capaz de paralelizar os algoritmos e analisar a manipulação de grandes volumes de dados. O programa GROMACS, utilizado para a dinâmica molecular contém um script para converter as coordenadas moleculares a partir de um arquivo PDB (de *Protein Data Bank*) em formatos usados internamente para produzir um arquivo de trajetória, descrevendo os movimentos dos átomos ao longo do tempo. O tempo de simulação depende do tamanho da molécula e/ou da capacidade computacional local. O Windows Movie Maker foi utilizado para a edição de vídeos de dinâmica molecular.

O vídeo com o experimento “Proteases de Frutas” foi idealizado com um protocolo experimental que requer material de baixo custo e fácil de aquisição. Após a produção do roteiro, criou-se um *storyboard*, ou seja, uma série sequencial de desenhos, esquemas e ilustrações que definem as estratégias a serem utilizadas e/ou as cenas a serem elaboradas. A locução em *off* foi realizada por uma empresa especializada (Produlz, São Paulo, SP). Para o fundo musical, foi escolhida uma música instrumental a música disponível no *Free Music Archive*. As filmagens foram realizadas em plano detalhe ou plongê, com uma câmera Samsung SC-HMX10A, um tripé Atek e um Conjunto Vídeo Light Halógena 2000 W com dois iluminadores. As animações tridimensionais foram realizadas com os programas *3D Studio Max* e *ZBrush* que permitem que se faça não só a modelagem como a animação e a renderização (conversão final) com alta qualidade. A edição foi realizada de maneira não linear.

Experimentos com Bromelina de Abacaxi. Os experimentos são realizados com o suco de abacaxi como fonte de enzima, pois abacaxi é rico em bromelina, uma protease de cisteína de alta estabilidade. Os substratos utilizados foram a gelatina, uma proteína derivada do colágeno, e leite em pó, rico em caseína.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ensino de bioquímica pode ser prejudicado se for acompanhado apenas do livro texto. Não estamos dizendo que seja necessário incluir as mais novas descobertas da área, já que essa é uma disciplina que requer o aprendizado de conceitos básicos, os quais são necessários para a compreensão de resultados mais sofisticados, publicados nos artigos científicos. Como comentado acima, a visualização de moléculas e a compreensão da dinâmica molecular, como parte da função daquelas, é muito prejudicada se utilizarmos apenas as figuras estáticas encontradas no livro texto.

Nossas iniciativas têm sido avaliadas através de questionários preparados pela Coordenação de Graduação do IBqM/UFRJ, não com propósitos de publicação mas para analisar a atuação do professor e identificar os possíveis problemas. Dessa forma, os resultados de tal questionário não são apresentados neste artigo, apesar de que algumas informações serão citadas como a preferência dos alunos, sem, contudo, realizarmos uma análise quantitativa das questões.

Em nossos cursos, procuramos mostrar como é importante a relação estrutura/função, através de programas de visualização de proteínas e de vídeos de dinâmica molecular. Vamos usar, aqui, como exemplos de utilização das ferramentas multimidiáticas desenvolvidas em nosso grupo, dois cursos, um de graduação (Odontologia) e outro, de extensão (“Fundamentos de Enzimologia”: curso de Formação Continuada para Professores de Biologia e Química). Em ambos os cursos, ensinamos as propriedades de proteínas e enzimas.

Para a visualização da estrutura de proteína, utilizamos os programas Rasmol e PyMol, ambos de livre acesso. As estruturas de proteínas são obtidas no *Protein Data Bank* (PDB; www.pdb.org), um repositório para os dados de estruturas em 3D de moléculas biológicas, tais como proteínas e ácidos nucléicos, obtidas a partir de técnicas experimentais, como Cristalografia e Difração de Raios-X e de Ressonância Magnética Nuclear (RMN). Os programas citados permitem a visualização da estrutura da proteína em diferentes tipos de representação das estruturas: em fitas (quando é possível visualizar a estrutura secundária), apenas a cadeia principal (ou *backbone*), ou mesmo da superfície da molécula. Além disso, é possível visualizar todos os átomos da molécula com representações do tipo arame, bastões ou bolas; com este último, os átomos são representados com seus raios de van der Waals. Apesar do PyMol ser um pouco mais complexo e não ser indicado aos alunos para uso inicial, é utilizado durante as aulas pois apresenta figuras mais atrativas que o Rasmol, como ilustrado nas Figura 1A e 1B. Assim como o PyMol, o Rasmol é um programa de visualização molecular, porém, sua manipulação é mais simples, pois não necessita de scripts complexos e/ou plugins para que as tarefas desejadas sejam executadas. Além de ser um programa de visualização, o PyMol também possibilita ao usuário fazer análises obtidas a partir de resultados de simulação computacional, como por exemplo: RMSD (desvio médio quadrático), cálculo do potencial eletrostático de superfície (Figura 1C) e camada de solvatação. Esse programa também permite mostrarmos uma molécula em movimento, quando utilizamos um depósito de estrutura determinada em solução por RMN, com uma velocidade variável, de 1 a 30 fps (*frames per second*).

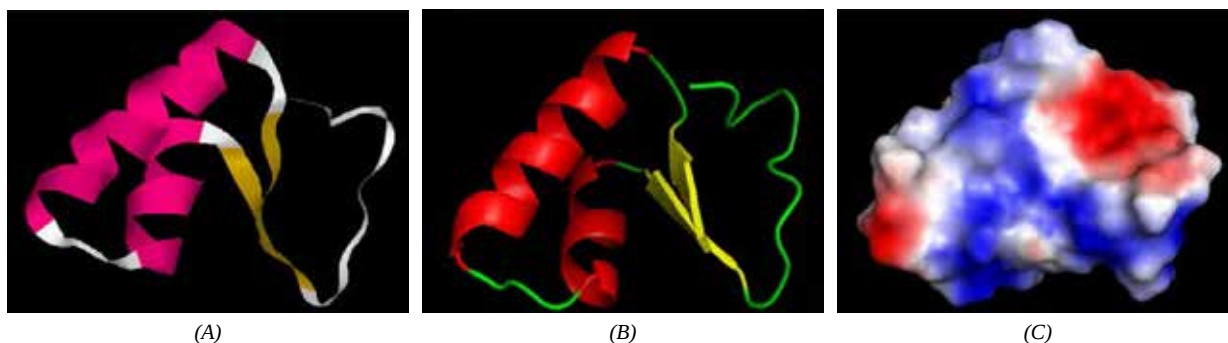


Figura 1: Estrutura da Crambina (1crn.pdb) representada em fitas no programa Rasmol (A) e PyMol (B) e com a

superfície colorida de acordo com o potencial eletrostático (C), onde azul representa regiões positivas, vermelho representa regiões negativas e o branco, regiões neutras. A superfície foi gerada no programa PyMol.

Além desses programas, são utilizados vídeos que ilustram as propriedades de proteínas descritas acima estão depositados na página do Laboratório de Modelagem e Dinâmica Molecular³. Esses vídeos estão disponíveis para download, auxiliando aqueles professores que não sabem utilizar os programas Rasmol e PyMol.

Essa metodologia utilizada para introduzir a questão da relação estrutura/função é muito bem aceita pelo aluno. No curso de graduação, os alunos demonstram, através de expressões e de comentários durante e após as aulas, surpresa ao visualizar as moléculas em 3D contendo mais de um tipo de estrutura secundária, com movimentos reais. Ao perceberem que átomos e moléculas em três dimensões, não apenas em ilustrações abstratas, aprendem com maior facilidade.

No caso do curso de extensão, os professores comentaram não saber que existe mais de uma estrutura secundária. Isso, provavelmente, se deve ao fato de que no ensino médio, apenas a estrutura secundária do tipo alfa-hélice é apresentada ao aluno. Nos livros didáticos de ensino médio, encontramos alguns conceitos equivocados sobre estrutura de proteínas, bem como algumas representações (figuras e esquemas) inadequadas que levam à consolidação de conceitos alternativos que os alunos, normalmente, tinham dificuldade em superar. Com essa nova metodologia, estamos percebendo que tais conceitos são modificados, como esperado.

Além da dificuldade de visualização das moléculas com o que é apresentado no livro texto, os alunos consideraram o estudo de propriedades das enzimas muito abstrato. Dessa forma, desenvolvemos alguns protocolos experimentais de fácil realização, que empregam apenas suco de abacaxi como fonte de enzima (bromelina) e gelatina ou leite em pó, como substratos. As aulas para os alunos de Odontologia foram realizadas num laboratório didático e, apesar da simplicidade dos protocolos, os alunos tiveram o primeiro contato com materiais simples, como pipetadores, placas de Petri e vidraria comum, além de pequenos equipamentos. A aceitação dessas práticas é grande, sendo que os alunos comentam (espontaneamente) que os experimentos foram importantes para o aprendizado desse conteúdo específico e que permitiu a contextualização. No caso dos professores de ensino médio, a maioria empregou os protocolos com seus alunos, o que é um ótimo sinal de aprovação ao que lhes foi apresentado.

Após a aula prática, foi exibido o filme “Proteases de Frutas”, o qual foi avaliado pelos alunos de graduação. Estes consideraram o vídeo bom, com linguagem adequada à graduação e que, inclusive, o recomendaria a seus colegas. O vídeo foi, também, bem avaliado no que se refere à qualidade de imagens (filmes e animações), mas o fundo musical não teve boa aceitação. Consideraram que o vídeo estimula o aprendizado, mas preferem realizar o experimento e não apenas ver o vídeo, que pode ser uma ferramenta complementar à prática. Isso mostra que o experimento foi mesmo bem aceito entre eles, apesar de não ter sido realizado com enzimas purificadas e material sofisticado.

3. CONCLUSÃO

Os alunos em início de graduação nos cursos da área da Saúde encontram muita dificuldade para compreender conceitos importantes de bioquímica, ou por considerarem uma disciplina abstrata ou porque apresentam uma deficiência que vem do ensino básico. É sabido que para a compreensão dos conteúdos de bioquímica, é necessária uma boa base de química, o que muitos alunos não têm.

No que se refere ao estudo da estrutura e função das proteínas, a visualização era muito dificultada pela abstração das figuras que não representam a realidade, pois sugerem uma estrutura plana e estática. Dessa forma, a inclusão de ferramentas multimidiáticas no ensino de bioquímica favorece a aquisição e a consolidação dos

3 Vídeos disponíveis para download: Colágeno: <http://lmdm.biof.ufrj.br/divulgacao/videos/colageno.html>; Elastina: <http://lmdm.biof.ufrj.br/divulgacao/videos/elastin.html>; Agregação do hexano em água: <http://lmdm.biof.ufrj.br/divulgacao/videos/hexano.html>

conceitos, de forma satisfatória. Não só os alunos se surpreendem com as novas informações como o aprendizado é melhor, como observado nas discussões em estudos dirigidos ou nas respostas das provas, provavelmente por ser significativo.

4. REFERÊNCIAS

AMARAL, C. L. C., FIGUEIRA, R. C. L.; BARROS, M.P. A utilização de ambientes virtuais no ensino de bioquímica. Um estudo de caso na UNICSUL. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, nº 1, A1-A7, 2006

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BECKHAUSER, P.F.; ALMEIDA, E.M.; ZENI, A.L.B. A Bioquímica como Disciplina Básica em Medicina: Esquemas e Soluções de Problemas. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 29, 161-166, 2005.

BRANSFORD, J.D.; BROWN, A.L.; COCKING, R.R.; PELLEGRINO, J.W. (Editores). *How People Learn. Committee on Developments in the Science of Learning: NAP*, Washington, D.C., 2010.

FELDER, R.M.; SILVERMAN, L.K. Learning and Teaching Styles In Engineering Education. *Engr. Education*, 78, 674-681, 1988.

HEIDRICH, D.N., ANGOTTI, J.A.P. Implantação e Avaliação de Ensino Semipresencial em Disciplinas de Bioquímica Utilizando Ambiente Virtual de Aprendizagem. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, nº 1, E1-E14, 2010.

LIONNI, L. *Fish Is Fish*. (Marshall, C., ed) Scholastic Press: New York, 1970.

OLIVEIRA, R.C.; MONTEIRO, N.F.G.; IANO, F.G., SILVA, T.L.S.; BUZALAF, M.A.R. Expectativas dos Alunos quanto à Importância da Bioquímica em sua Carreira. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, Biblioteca Digital de Ciências, nº 1, D1-D9, 2010.

SENRA, C.M.S. Os Estilos de Aprendizagem de Felder a partir de Jung. Dissertação. Mestrado do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFETMG). Belo Horizonte, MG, 2009.

ZENI, A. L. B. Conhecimento Prévio para a Disciplina de Bioquímica em Cursos da Área da Saúde da Universidade Regional de Blumenau-SC. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, nº 1, B1-B14, 2010.