

Por que o ovo cozinha? Entendendo a estrutura proteica utilizando atividade experimental e modelo didático numa perspectiva problematizadora

Why does the egg cook? Understanding protein structure using experimental activity and didactic model in a problem-based perspective

¹ ZULKIEVICZ, Vanessa¹; ADAMOSKI, Douglas²; ASINELLI-LUZ, Araci³; PAGNAN, Nina Amália Brancia⁴; PEDERNEIRAS, Mario Portugal⁵

RESUMO: A utilização de modelos didáticos e de atividades experimentais pode auxiliar o aprendizado dos alunos por si só. Entretanto, tais atividades associadas à abordagem da educação problematizadora podem intensificar o aprendizado por adicionar significação pessoal. O presente trabalho propõe uma atividade prática problematizadora, que compreende uma atividade experimental acompanhada da utilização de um modelo didático tridimensional de estrutura proteica para auxiliar na prática docente do Ensino Médio, e disponibiliza – via rede mundial de computadores – um material audiovisual que possibilita melhor compreensão e reprodução da atividade proposta.

Palavras-chave: atividade experimental, educação problematizadora, estrutura de proteína, modelo didático, material audiovisual

1 – Graduada do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. Email: vanessa.zulki@gmail.com

2 – Graduado do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. Email: douglas.adamoski@gmail.com

3 – Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo e Professor Associado 1 da Universidade Federal do Paraná. Email: araciasinelli@hotmail.com

4 – Doutora em Ciências Biológicas (Genética) pela Universidade de São Paulo e Professor Adjunto da Universidade Federal do Paraná.

5 – Mestre em Ciências Biológicas (Genética Humana) e Professor Adjunto da Universidade Federal do Paraná.

ABSTRACT: The use of didactic models and experimental activities can help student's learning by itself. However, such activities associated with the problematizing education approach can enhance learning by adding personal meaning. This paper proposes a practical problem-based activity, comprising an experimental activity accompanied by the use of a three-dimensional didactic model of protein structure to assist teaching practice in high school, and offers an audiovisual material – available through world wide web – that allows better understanding and reproduction of the proposed activity.

Keywords: experimental activities, problematizing education, protein structure, didactic model, audiovisual material.

Introdução

O ensino de ciências ainda é considerado descontextualizado, valorizando a mera memorização dos conceitos (UNESCO, 2005), e limitado aos conteúdos do livro didático, sem proporcionar uma aprendizagem significativa ao aluno, a qual pode ser alcançada com o auxílio de aulas que integrem conhecimentos prévios com novas informações e de materiais que motivem a interação do aluno (MOREIRA, 2000). Entretanto, o ensino das estruturas e do funcionamento de biomoléculas, ainda esbarra em outro ponto, a dificuldade que alunos apresentam em compreender estruturas microscópicas (invisíveis e abstratas), devido à dependência majoritária dos sentidos para a apreensão do conhecimento (WU *et al.*, 2001).

A utilização de diversas abordagens, dentre elas as práticas laboratoriais e o uso de modelos concretos, tem sido ponto chave no auxílio da compreensão de temas mais abstratos (WU *et al.*, 2001). Modelos utilizando técnicas computacionais (PERSSON *et al.*, 2007) também demonstram excelentes resultados, todavia os equipamentos associados a eles apresentam custo elevado, podendo inviabilizar a utilização dos modelos. Materiais didáticos, previamente propostos, para a compreensão da estrutura proteica, baseados em modelos (SABINO, G. *et al.*, 2009; SCALCO *et al.*, 2011) ou em práticas laboratoriais (CLERICI *et al.*, 2006;

FRANCISCO JR; FRANCISCO, 2006; LIMA, S. L. T. DE *et al.*, 2008), pecam por não serem autoexplicativos quanto à ocorrência das interações moleculares, não são boas ferramentas na compreensão da estrutura das biomoléculas ou são direcionados para o ensino superior (pela demanda de material e equipamento não disponível em escolas ou pela complexidade das proposições).

Sabe-se que a experimentação² na sala de aula pode contribuir com a aprendizagem do conteúdo, não só por possibilitar o aprendizado por mecanismos de simplificação, mas também a partir do estímulo ao engajamento, por parte do aluno, gerando curiosidade e interesse (LABURÚ, 2006). Entretanto, graças a estas características, é comum a utilização da atividade apenas como um instrumento de ilustração, demonstrando conceitos prévios, quando o ideal seria a prática investigativa, na qual o aluno se posiciona como questionador e tenta compreender o experimento - com o intuito de subsidiar a compreensão na posterior discussão conceitual (GIORDAN, 1999).

Francisco Jr *et al.* (2008), apoiados na pedagogia problematizadora de Paulo Freire e nos três momentos pedagógicos de Delizoicov, apresentam como alternativa que vai além da investigação, a experimentação problematizadora, a qual abrange a escrita, leitura e fala como fatores indissociáveis desse processo. Nesta abordagem questões do cotidiano do aluno são levadas para dentro de sala, enfatizando a tríade Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e, desta forma, suscitam a reflexão e, posterior, intervenção crítica sobre os acontecimentos (FRANCISCO JR *et al.*, 2008; FRANCISCO JR, 2010). A utilização da experimentação problematizadora vem sendo utilizada com sucesso na prática docente nas diversas áreas do conhecimento e níveis de ensino (JESUS, E. M. DE *et al.*, 2011).

Assim, o presente trabalho pretende propor uma atividade prática problematizadora, demandando de pouco material e dirigida ao ensino médio, que facilite a compreensão da estrutura proteica, das características dos aminoácidos e das decorrentes características da proteína dependentes desta estrutura. A proposta

² Segundo a definição proposta pela Secretaria de Educação do Estado do Paraná, entende-se por atividade experimental a atividade prática que tem como objetivo norteante a visualização do evento seguida da demonstração ou da interação com o mesmo (PARANÁ, 2008).

compreende uma experimentação seguida de uma abordagem conceitual com modelos didáticos concretos. Como facilitador da difusão da atividade entre os docentes em atividade, teve-se, também, como objetivo a produção de material audiovisual que colaborasse com a compreensão da atividade experimental e da construção do modelo concreto, bem como uma sugestão de utilização do mesmo.

Métodos

Criação da Proposta Didática

O desenvolvimento do modelo concreto proposto foi iniciado na disciplina “Práticas em Genética para os Ensinos Fundamental e Médio”, do curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná e previamente publicado (ADAMOSKI *et al.*, 2012). O presente trabalho direcionou o modelo e o aprimorou, com foco em estrutura proteica, além da abordagem problematizadora, com o auxílio da literatura disponível sobre o assunto.

Produção do Material Audiovisual

A produção do material audiovisual foi realizada com a montagem de vídeos demonstrando o passo-a-passo da confecção e da sugestão de utilização do modelo, com ilustrações e esquemas que contribuíssem para a compreensão da técnica utilizada e mesmo do problema abordado.

Avaliação do Material

Para avaliar o material didático produzido, os vídeos produzidos foram encaminhados aos participantes do Curso de Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio do Departamento de Genética da Universidade Federal do Paraná que puderam, voluntariamente, participar da avaliação do trabalho através de questionário produzido para este fim.

Resultados

Materiais utilizados

O modelo didático e a atividade experimental elaborados foram vislumbrados para utilizar materiais de baixo custo e fácil acesso aos professores de qualquer região do país.

Para confecção do modelo

50g Cola Branca

1m de tecido-não-tecido (TNT)

1m de tecido gorgurinho

4m de fio flexível 1,5mm²

2m de papel auto-adesivo transparente

1m de velcro

Impressões dos aminoácidos (APÊNDICE)

Furador de Papel para Fichário

Grampeador comum

Tesoura

Para a atividade experimental

01 Ovo de galinha

02 Vasilhas plásticas pequenas

01 Fouet pequeno ou garfo

Lenço umedecido ou papel para higiene das mãos

Produção do Modelo Didático

Primeiramente deve-se imprimir cópias dos aminoácidos (em anexo) e sobre a impressão colar o papel auto-adesivo transparente, de modo a proteger o material. A quantidade de impressões deve ser proporcional à quantidade de modelos a serem produzidos, sendo sugerido o fornecimento de 2 modelos para cada equipe de alunos, contendo duas vezes mais aminoácidos polares do que apolares, para os

primeiros “envolverem” estruturalmente os segundos. Assim, cada modelo pode ser montado com uma página de aminoácidos apolares e duas páginas de aminoácidos polares, no início e no final do modelo – por exemplo. Logo após, com grande quantidade de cola branca e bem espalhada, cola-se o TNT no verso dos aminoácidos polares e o tecido gorgurinho no verso dos apolares. O tempo de secagem é de aproximadamente 24 horas.

Os aminoácidos devem ser recortados e em cada um, com o auxílio do furador de papel, deve-se fazer um furo nas extremidades laterais superiores, próximo aos grupos amina e carboxila. O velcro, cortado em pedaços de 1 cm², deve ser grampeado sobre os aminoácidos polares, sendo a porção áspera dos recortes sobre os sinais de positivo (+) e a porção não áspera sobre os sinais de negativo (-). A carga dos resíduos laterais foi considerada em pH próximo ao fisiológico (NELSON & COX, 2008).

Para finalizar a confecção do material, é preciso passar o fio por entre os furos feitos nos aminoácidos, de modo que, ao dobrar a estrutura terciária da proteína, os aminoácidos apolares fiquem mais internos e os polares fiquem mais externos, representando uma proteína globular solúvel genérica, além das pontes salinas formadas com o auxílio do velcro.

Atividade Experimental Proposta

A atividade experimental proposta está baseada no roteiro a seguir disposto.

Questionamento Inicial:

- 1) Por que o ovo muda quando cozido ou manipulado?

Texto introdutório:

As proteínas são compostos orgânicos essenciais para o funcionamento do corpo humano, sendo encontradas nas células em variedade e concentração distintas de acordo com a função desenvolvida pelos tecidos e órgãos. No organismo as proteínas atuam estrutural, enzimática, nutritiva e imunologicamente, entretanto, para que as elas apresentem um desempenho funcional adequado,

necessitam de estrutura e conformação específicas, que variam de proteína para proteína.

Primeiramente é imprescindível que a síntese de sua sequência de aminoácidos ocorra corretamente, processo que se inicia com a transcrição de uma determinada sequência de DNA e com sua posterior tradução, sem que haja qualquer alteração por mutação ou por erros eventuais. Sendo que modificações causadas pela substituição, deleção ou até mesmo inversão de aminoácidos podem resultar na inativação da proteína.

Depois de sintetizados, esses compostos orgânicos dependem ainda de algumas condições ideais, como pH e temperatura, para que desempenhem sua função apropriadamente. Toda proteína apresenta uma faixa tolerável de variação dessas condições e, uma vez que esta é extrapolada, a proteína desnatura-se. Essa desnaturação ocorre devido ao rompimento do arranjo tridimensional da proteína, ou seja, sua conformação quaternária, terciária e/ou secundária é desfeita, por processos químicos ou físicos, de modo que a proteína perde sua atividade biológica característica.

Embora em muitos casos essa desnaturação seja maléfica para a função da proteína, principalmente por causa de sua improvável renaturação estrutural perfeita, quando se trata de alimentação esse processo pode ser interessante. A desnaturação dos alimentos pode modificar sua consistência, solubilidade, cor e até mesmo o sabor, assim como também pode facilitar a sua digestão.

Atividade Experimental

Com cuidado, quebre o ovo e separe a clara da gema, em ambos os casos, dividindo a clara entre as duas vasilhas. “Bata em neve” a clara de ovo de uma das vasilhas, com o auxílio do fouet ou garfo. Observe a coloração e sinta com o toque a textura das claras, anote no quadro abaixo e, posteriormente ao experimento, responda ao questionário.

	Coloração	Textura
Inicial		
Final		

Questões:

- 1) Qual a coloração apresentada pelas claras no início e no final do experimento?
- 2) Foi observada/sentida alguma mudança de textura antes e após bater as claras?
- 3) Sugira uma explicação (ou que hipótese você teria) para a mudança de consistência das claras após “batê-las em neve”?
- 4) Na sua opinião é possível reverter o resultado obtido? Por quê?

Atividade com o Modelo

Após os alunos responderem as questões propostas, devem ser entregues dois modelos tridimensionais idênticos para cada equipe, um “enovelado” e outro “desnaturado”. Os alunos devem ser encorajados a comparar os dois e descreverem o que os fazem diferentes, além de qual a possível relação entre o que foi observado na atividade prática e o modelo analisado. Sugere-se ao professor explicitar questões estruturais das proteínas e, para melhor compreensão e relação com a atividade experimental, explorar a diferença na composição da proteína a fim de abordar questões de solubilidade e expor a dificuldade de moldar uma proteína desnaturada de forma idêntica à original.

Ao final da experimentação e discussão das respostas do questionário é indispensável que o professor volte às questões iniciais para que os alunos as respondam novamente. Nesta etapa da atividade os alunos possuem maior embasamento teórico sobre o assunto, o que possibilita avaliar a eficiência do experimento com relação aos conhecimentos adquiridos e à extrapolação dos mesmos.

Aplicação do conhecimento

Com a finalidade de aplicar o conhecimento adquirido com a atividade experimental, sugere-se que o professor exponha aos alunos outros processos biológicos que envolvem a estrutura proteica, como o enfoque bioquímico de

doenças hereditárias. Na anemia falciforme, por exemplo, ocorre alteração na estrutura primária da proteína β -globina, que compõe a hemoglobina. O aminoácido ácido glutâmico é substituído pelo aminoácido valina, o que afeta a conformação espacial da molécula e, por conseguinte, causa modificação no formato da proteína e, também, no formato da célula sanguínea (hemácia).

Material Audiovisual

Foram produzidos dois vídeos, um para demonstrar a confecção do modelo didático (acessível em <http://www.youtube.com/watch?v=D91XTGFnArU>) e outro para a sugestão de utilização (acessível em <http://www.youtube.com/watch?v=kLoP00nOdQw>), disponibilizados livremente na internet para a visualização e reprodução. Tais vídeos foram encaminhados à avaliação dos participantes do Curso de Especialização de Professores de Ensino Médio.

Avaliação do Trabalho

Três professores participantes do Curso, com diferentes níveis de formação e tempo de atuação, colaboraram com o presente trabalho e avaliaram o mesmo com base em suas experiências pessoais de docência. Suas colocações classificaram o trabalho como positivo e útil na docência, por sua facilidade de produção e demanda de pouco material para sua realização. Foi referenciado, também, como uma iniciativa interessante e de fácil reprodução, devido à explicação minuciosa dos processos e ao baixo custo das atividades.

A utilização do modelo didático proposto também foi realizada, de forma isolada, com uma turma de 1º ano do ensino médio de Curitiba - Paraná, para a compreensão facilitada da noção de estrutura primária-secundária-terciária-quaternária de uma proteína, e demonstrou-se, por si só, como ferramenta útil tanto para o aprendizado quanto para a motivação dos alunos.

Considerações Finais

A abordagem problematizadora permite que os alunos percebam a significação pessoal do conteúdo estudado, relacionando o mesmo com o cotidiano e, por consequência, apresentando maior interesse. Sem dúvida, cativar o aluno é um passo imprescindível para um aprendizado com maior facilidade e sem percalços.

A representação dos aminoácidos com recortes de papel colados a dois tecidos de coloração e textura diferentes, em oposição a utilização de estruturas similares para todos (como bolas de isopor, clips, tampas de garrafa, etc) permite a assimilação da existência de diferentes características entre os aminoácidos e não uma homogeneidade química entre os mesmos. Também, tecidos com texturas diferenciadas dão mais acessibilidade ao modelo, haja vista que pessoas com deficiência visual podem distinguir com o tato o tamanho, a textura e a presença ou ausência do velcro, além do contato com a estrutura tridimensional como um todo.

A avaliação do material mostrou que o mesmo tem potencial de colaborar na atividade do docente. No processo avaliativo, percebeu-se que os professores tendem a não utilizar estratégias diferenciadas graças ao desconhecimento das mesmas, sendo, então, a disponibilização de vídeos, como aqui realizado, uma forma de atingir o público docente que poderá colocar em prática as atividades propostas. Assim, levando em consideração a atitude, muitas vezes, refratária por parte dos docentes frente a materiais inovadores, facilitar o acesso ao material é indispensável para a disseminação do mesmo. O elevado grau de complexidade da Bioquímica, ainda na formação do docente, seria justificativa para a abordagem superficial da mesma e para a não utilização de métodos inovadores durante as aulas do ensino médio? Para tanto, nosso trabalho tenta amenizar estes dois itens com a utilização de uma forma de acesso audiovisual facilitada que possa, ao mesmo tempo, disponibilizar a informação e sugestões de preparo e uso, mas, também, colaborar na formação inicial e continuada do docente em atividade. Igualmente, por qual motivo as atividades problematizadoras, de sucesso pedagógico afirmado, não são utilizadas pelos professores? O que há é despreparo ou, então, os méritos da problematização não são demasiado grandes como

afirmado por diversos autores? Imaginamos que as mesmas hipóteses levantadas para o ensino de bioquímica aqui se apliquem também.

Com a necessidade da compreensão do cotidiano, indicada nas legislações educacionais brasileiras e motor da motivação do aluno, o entendimento de processos básicos e abstratos pode ser imprescindível, caso permita a visualização de eventos mais complexos de forma simplificada. Para tanto, conhecer as características básicas das macromoléculas formadoras de nosso organismo se faz essencial e, modelos como o aqui proposto, podem colaborar com o processo de aprendizagem dos alunos. Neste sentido é fundamental que os modelos façam parte das práticas docentes e, sendo assim, a atividade desenvolvida neste trabalho também pode ser utilizada com a finalidade de buscar subsídios para compreender os motivos pelos quais os materiais didáticos desta ordem são pouco ou nunca utilizados por parte dos professores e para nortear a formação inicial e continuada dos professores de todas as áreas. Ademais, averiguar as causas da não utilização de materiais didáticos, como a complexidade dos temas trabalhados, questões estruturais do colégio ou questões socioeconômicas, é crucial para propor mudanças que se espelhem em melhoria do ensino como um todo.

Referências

ADAMOSKI, D., ZULKIEVICZ, V., BOBATO, R., PEDERNEIRAS, M. P., & PAGNAN, N. A. B. *Biologia Molecular em Escala: do DNA à proteína*. In: Congresso Brasileiro de Genética, 58., 2012, Foz do Iguaçu. *Anais...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2012. p. 4-4.

CLERICI, M. T. P. S.; SILVA, R. S. DA; ALVES, A. A. Digestão Proteica Usando Digestivos Enzimáticos Comerciais - Uma Aula Prática. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, v. 2, p. E1-E2, 2006.

FRANCISCO Jr, W. Educação Problematizadora: uma introdução ao pensamento freiriano. In: _____. *Analogias e situações problematizadoras em aulas de ciências*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2010. p.21-57.

FRANCISCO JR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. *Química Nova na Escola*, n. 30, p. 34-41, Novembro 2008.

FRANCISCO JR, W. E.; FRANCISCO, W. Proteínas: Hidrólise, Precipitação e um Tema para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, n. 24, p. 12-16, Novembro 2006.

GIORDAN, M. O papel da Experimentação no Ensino de Ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, Novembro 1999.

JESUS, E. M. DE; VELOSO, L. DE A.; MACENO, N. G.; GUIMARÃES, O. M. A Experimentação Problematizadora na Perspectiva do Aluno: um relato obre o método. *Ciência em Tela*, v. 4, n. 1, p. 1-8, 2011.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um Experimento Cativante. *Caderno Brasileiro de Ensino em Física*, v. 23, n. 3, p. 382-404, 2006.

LIMA, S. L. T. DE; JESUS, M. B. DE; SOUZA, R. R. R. DE; OKAMOTO, A. K.; LIMA, R.; FRACETO, L. F. Estudo da Atividade Proteolítica de Enzimas Presentes em Frutos. *Química Nova na Escola*, n. 28, Maio 2008.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa Crítica. In: Encontro Internacional Sobre Aprendizagem Significativa, 3., 2000, Lisboa. *Atas ... Lisboa*, 2000. p. 33-45.

NELSON, D. L.; COX, M. M. *Lehninger Principles of Biochemistry*. 5th ed. Nova Iorque: W. H. Freeman, 2008.

PARANÁ. 2008. Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Ciências. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_cien.pdf>.

PERSSON, P. B.; COOPER, M. D.; TIBELL, L. A. E. et al. Designing and Evaluating a Haptic System for Biomolecular Education. In: IEEE Virtual Reality Conference, 2007. *Anais ...* Charlotte: IEEE, 2007, p.171-178. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4161020>>. Acesso em: 2 abril 2012.

SABINO, G.; AMARAL, F. C.; SABINO, C. D. V. S.; KATTAH, L. R. Proposta de uma Metodologia para o Ensino da Estrutura e Função das Proteínas na Disciplina Bioquímica. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, v. 1, p. 1-19, 2009.

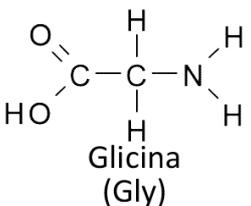
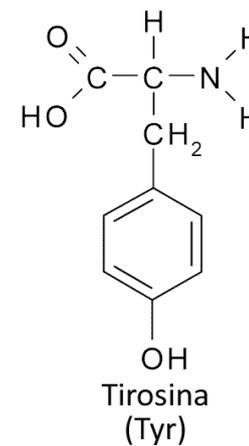
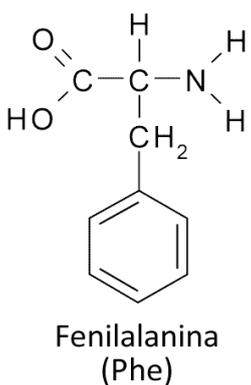
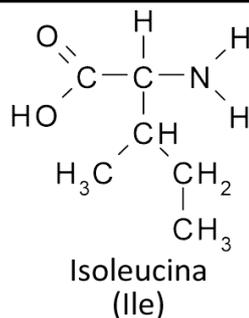
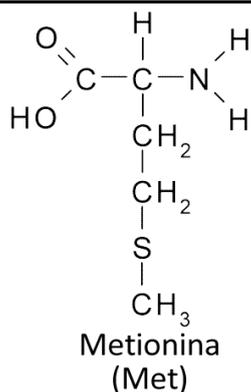
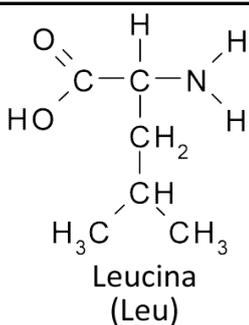
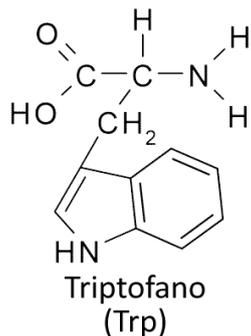
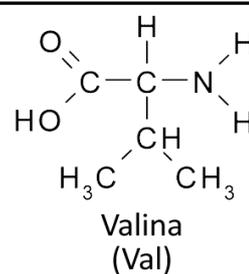
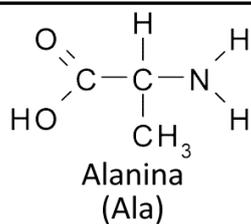
SCALCO, K. C.; VAZ, J. M. C.; VACIOTO, N. C. N.; BAZON, F. V. M.; KIILL, K. B. Material didático adaptado para o ensino da estrutura das proteínas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 34., 2011, Florianópolis. *Anais ...*, 2011. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química.

UNESCO. Ensino de Ciências: O Futuro em Risco. *Série Debates VI*, 2005. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139948por.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2012.

WU, H.-KAI; KRAJCIK, J. S.; SOLOWAY, E. Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 38, n. 7, p. 821-842, 2001.

APÊNDICE

Aminoácidos Apolares



Aminoácidos Polares

