

Estudo do Desenvolvimento de um Módulo Didático com o tema Proteínas no Contexto de um Programa de Formação Continuada de Professores

Maria Aparecida A. Dagostin

Professora da Rede Estadual de Educação do Estado do Paraná

Foz do Iguaçu, PR.

Daniela Frigo Ferraz

Professora Assistente do Curso de Ciências

Biológicas/CCBS/Unioeste/Cascavel/Pr

Resumo

O ensino de genética no ensino médio, geralmente, é focado na genética clássica. No entanto, os avanços científico-tecnológicos apontam para a necessidade da disciplina de Biologia voltar-se para um ensino de conteúdos que fundamentem a compreensão dos fatos vivenciados na atualidade. Assim, foi objetivo deste trabalho elaborar, implementar e avaliar ações didático-metodológicas que apoiem a construção de conhecimentos básicos na área de biologia molecular, com enfoque na elaboração de conceitos de proteína como substância resultante da expressão do material genético. Durante a implementação do módulo didático produzido pela autora deste trabalho, foram coletados relatos de professores explicitando como é desenvolvido o tema proteínas nas suas aulas. Este módulo didático, foi elaborado baseando-se nos pressupostos metodológicos de Delizoicov; Angotti (1993) e denominou-se "Conhecendo as Proteínas". Foi produzido a partir de um material didático anterior da autora, um 'Folhas', e teve como objetivo promover o aprendizado da estrutura das proteínas. A Aplicação do Conhecimento na prática social por meio de situações que simulam o cotidiano do estudante forneceu resultados evidenciando que, por meio de materiais didáticos e metodologias adequadas, é possível que os alunos de primeiro ano do ensino médio construam conceitos básicos da biologia molecular.

Palavras-chave: Ensino de Biologia. Genética. Proteínas

Abstract

The teaching of genetics in high school is usually focused on classic genetics. However, the scientific and technological advances point out a need for the discipline of biology to aim for a teaching of contents that could build a basis for comprehension of the facts faced nowadays. Thus, the objective of the present work was to elaborate, implement and evaluate didactic and methodological actions that support the construction of basic knowledge in the area of

molecular biology, focusing on the elaboration of concepts of protein as resulting substance of the genetic material expression. During the implementation of the didactic module produced by the author of this work, reports of teachers explaining how the protein theme is developed during their classes were collected. This didactic module, called "Conhecendo as Proteínas", was elaborated based on the methodological predictions of Delizoicov and Angotti (ANO). It was produced, based on a prior didactic material from the author, a "Folhas", aiming to promote the learning of the structure of the proteins. The application of the knowledge on the social context by means of situations that simulate the routine of the student generated results showing, through adequate didactic materials and methodologies, that it is possible for the students of the first year of high school to build basic concepts of molecular biology.

Key-words: Biology Teaching. Genetics. Proteins

Introdução

O Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE é um programa de formação continuada para professores do Ensino Básico implantado no Estado do Paraná, promovido pela Secretaria de Estado da Educação e desenvolvido em parceria com a Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e Ensino Superior, o qual envolve, concomitantemente, as escolas públicas estaduais de Educação Básica e as Instituições de Ensino Superior, com o objetivo de promover a integração desses níveis de ensino, por meio da instituição de uma dinâmica permanente de reflexão, discussão e construção do conhecimento.

Nesse processo, o professor é um sujeito que aprende e ensina na relação com o mundo e na relação com outros homens, portanto, num processo de Formação Continuada, construída socialmente. Objetiva-se que essa relação provoque efeitos tanto na Educação Básica como no Ensino Superior (PARANÁ, 2007, p.13). Tal afirmação evidencia que é um pressuposto do PDE, o reconhecimento dos professores como produtores de conhecimento sobre o processo de ensino-aprendizagem em ambientes de construção coletiva do saber.

Cumpra a este Programa, iniciado em abril de 2007, proporcionar aos professores o aperfeiçoamento dos fundamentos pedagógicos e disciplinares de caráter teórico-prático (PARANÁ, 2007, p.17).

Nesse sentido, atividades de capacitação no ano de 2007 constituíram-se de aulas teórico-práticas nas Instituições de Ensino Superior - IES, que envolveram conteúdos

específicos da Biologia e conteúdos didático-pedagógicos, voltados ao ensino de Ciências. Paralelamente às aulas, os professores em capacitação elaboraram dentre outros, um projeto de intervenção no seu contexto escolar, atuaram como tutores nos Grupos de Trabalho em Rede – GTR e desenvolveram materiais didáticos.

Os Grupos de Trabalho em Rede são grupos formados por professores da rede estadual de ensino do Estado do Paraná, com a finalidade de possibilitar encontros virtuais para a discussão de temáticas relacionadas a sua área de formação ou atuação, visando a aprimoramento didático-pedagógico, por meio de leituras, reflexões, trocas de idéias e experiências. (PARANÁ, 2007). Essa atividade não será discutida no trabalho aqui apresentado, somente foi citado para contextualizar o programa como um todo.

Além disso, na seqüência das atividades que foram desenvolvidas, foi elaborado pela autora deste artigo um Plano de Trabalho com a finalidade de estruturar o planejamento, construção e implementação de materiais didáticos, na forma de um “Folhas”.

Diante da problemática de abstração dos estudantes para a compreensão de conteúdos da Biologia Molecular, o objeto de estudo neste curso de capacitação, na forma PDE, passou a ser as estratégias didático-metodológicas para o ensino de Biologia nessa área, com direcionamento para o estudo da construção de conceitos básicos sobre proteínas, considerando que o conhecimento dessas substâncias é essencial para a compreensão dos mecanismos de expressão do material genético.

O “Folhas” é um tipo de material didático com formato específico, composto por textos e imagens, elaborado por professores da rede Estadual de Educação do Estado do Paraná. Deve ter como fundamento teórico-metodológico as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná. (PARANÁ, 2008).

O Folhas elaborado pela autora deste trabalho, intitulado: “Por que filhos de um mesmo pai e uma mesma mãe, geralmente, não são idênticos?”, teve como objetivo promover a construção de conceitos fundamentais para a compreensão da genética. No entanto seus textos e *links* também podem se utilizados para a construção de conhecimentos básicos de outras áreas da Biologia.

Durante o processo de implementação do Folhas, em sala de aula, pela professora/pesquisadora PDE, percebeu-se a necessidade de uma abordagem anterior ao tema proposto, já que os estudantes não conseguiam, na maioria das vezes, abstrair e compreender os conteúdos da Biologia Molecular abordados no ‘Folhas’.

Para isso, elaborou-se e implementou-se em uma turma de primeiro ano do ensino médio um Módulo Didático (MD) denominado “Conhecendo as Proteínas”, fundamentado nos pressupostos teórico-metodológicos dos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov; Angotti (1993).

O MD é composto por uma Problematização Inicial (PI) na primeira aula e, a seguir, no segundo momento, que é a Organização do Conhecimento (OC) são desenvolvidas aulas expositivas participadas por meio da leitura e interpretação de textos, atividades experimentais e aulas com construção de maquetes ou modelos tridimensionais que representam estruturas celulares ou moléculas. O terceiro momento é aquele caracterizado pela Aplicação do Conhecimento (AC).

Paralelamente à implementação deste Módulo Didático, foram entrevistados cinco professores do Ensino médio, cujas respostas foram analisadas com o objetivo de saber como esses professores desenvolvem o conteúdo proteínas, bem como verificar o enfoque que adotam durante suas aulas.

O ensino de genética no Ensino Médio.

Nas Ciências Biológicas, a partir dos conhecimentos sobre a estrutura e técnicas de manipulação dos genes, a genômica, a genética vem passando por relevantes transformações. Assim, um novo paradigma se estabelece, envolvendo implicações éticas, sociais, e políticas dos usos e aplicações do conhecimento produzido nesta área e seu possível impacto na vida cotidiana de homens e mulheres (CORRÊA, 2005, p.48).

Questões que envolvem material genético são, geralmente, veiculadas e tratadas pela mídia como fatos. Isto não significa que o conhecimento se populariza na mesma proporção em que se popularizam os fatos. Como esclarece POZO (2003, p.55), os conteúdos factuais são aqueles em que muitas vezes não há nada a compreender, ou não se está disposto ou capacitado a fazer o esforço para compreendê-los.

Dessa forma, surge a necessidade de maior empenho para desenvolver no ensino básico um trabalho didático-metodológico, sistematizado, voltado para a aprendizagem de conceitos da Biologia, que confirmam significados aos termos que fundamentam a compreensão da estrutura e funcionamento do material genético, assim possibilitando aos estudantes se posicionar de forma crítica e cidadã frente a questões individuais ou coletivas

que envolvam conhecimentos relacionados com a tecnologia da clonagem, engenharia genética e demais temas relacionados à manipulação do DNA. De acordo com Justina (2001) é a apropriação dos conceitos envolvidos, (como fases da síntese protéica, relacionando-a com as características do ser vivo; a reprodução celular) que permite a compreensão de como se processa a hereditariedade.

Na escola, a construção do conhecimento deve transcender apresentação dos resultados da produção científica como fatos. É necessário que o educador elabore estratégias didático-pedagógicas adequadas que promovam a construção do conhecimento, caso contrário, mesmo de posse de meios de ensino modernos, como equipamentos de multimídia, as aulas ainda permanecerão como versões ingênuas de uma mídia descompromissada com a socialização do conhecimento.

Para a construção do conhecimento, Delizoicov; Angotti (1993), propõem que o trabalho pedagógico seja desenvolvido em três momentos: “Problematização Inicial”, “Organização do Conhecimento” e “Aplicação do Conhecimento”.

Para estes autores, a função do primeiro momento, a Problematização Inicial, é promover associação dos conteúdos com situações reais que os alunos conhecem ou fazer com que sintam necessidade de adquirir outros conhecimentos que ainda não detêm, bem como levantar suas concepções prévias sobre os conceitos a serem desenvolvidos.

A abordagem inicial dos conteúdos é a etapa no qual pode ser potencializado o acesso a memórias construídas a partir do conhecimento cotidiano. Conforme Izquierdo (2002, p.58), recriar uma memória para evocá-la implica conclamar à ação o maior número de sinapses pertencentes aos estímulos condicionados dessa memória. É como reconstruir uma casa: quanto mais tijolos se tenha à disposição, melhor será a reconstrução.

As lembranças de conceitos intuitivos, construídos em grande parte pela ação da mídia, do convívio social ou até mesmo da escola, cativam a atenção e motivam a participação do estudante. Como salienta Tapia (2003, p.117),

para o aprendizado, a primeira coisa a conseguir é que os estudantes queiram aprender, que tenham a intenção de aprender e persistam nessa meta. O que aprendem é o que lhes atrai a curiosidade. É a novidade, o complexo, o inesperado, o ambíguo, o que varia, o que produz incertezas, o que encerra um problema ou apresenta uma interrogação.

Dessa forma, a problematização, é o fator que demove o estudante para o alcance de um nível de conhecimento mais elevado. Assim, o professor não deve, durante o momento

da problematização inicial responder às questões problema, pois haveria possibilidade de responder com palavras ou utilizar-se de conceitos que ainda não têm significado para os estudantes. Conforme Vygotski apud Tolstoi (2000 p.104), “transmitir deliberadamente novos conceitos ao aluno... é, estou convencido, tão impossível e inútil, quanto ensinar uma criança a andar apenas por meio das leis do equilíbrio”.

Portanto, a partir da problematização inicial, é necessário que o professor tenha previamente refletido, planejado e elaborado estratégias adequadas que serão materializadas com um rol de atividades que, uma vez implementadas conduzam a construção do conhecimento. É o momento da organização do conhecimento. Nessa etapa, o estudante entra em contato com o conhecimento sistematizado e pode comparar o seu conhecimento com o conhecimento historicamente construído e, por meio de procedimentos didático-metodológicos adequados, pode reelaborar ou construir conceitos relativos ao objeto de estudo.

Segundo Delizoicov; Angotti (1993, p.55), “durante a organização do conhecimento, o aluno pode tomar ciência da existência de outras visões para as situações e fenômenos problematizados”.

O terceiro momento, denomina-se de “Aplicação do Conhecimento”, consiste do retorno à problematização inicial partindo de uma nova postura mental, em grau intelectual mais elevado de compreensão no qual o conhecimento sistematizado substitui as concepções alternativas. No ensino de ciências, é o momento de expressão de um pensar e agir orientado pelo conhecimento científico apreendido.

Para Delizoicov; Angotti (1993, p.55), o conhecimento além de ser uma construção historicamente determinada, está disponível para que qualquer cidadão faça uso dele.

Por que ensinar proteínas para a compreensão da genética?

Diálogos com professores do ensino médio evidenciam que há ênfase no desenvolvimento dos conteúdos da genética mendeliana em detrimento da genética genômica.

A genética mendeliana ou clássica é aquela que estuda a correlação entre um único gene e um traço (cor dos olhos, por exemplo) ou uma doença. O conhecimento produzido pela genética mendeliana aplicada aos seres humanos seguiu-se a estudos que utilizavam modelos animais ou vegetais, de análise do padrão de transmissão de traços herdados. Por

sua vez, a genética genômica, é o estudo direto dos genes, de suas funções e interações simultânea (CORRÊA, 2005).

A genética genômica, geralmente, é levada para a sala de aula em ocasiões nas quais são abordadas questões que fazem parte do cotidiano dos estudantes como temas relacionados a transgenia, terapia gênica, clonagem, identificações por meio de testes de DNA. Nestes momentos os estudantes são informados sobre avanços da ciência na área de genética, e muitos exemplos são citados pelos professores e livros didáticos.

No entanto, muitas vezes estas aulas não vão além de ocasiões de apresentações de fatos, com o pretense objetivo de promover contextualização dos conteúdos. Nessa forma de trabalho, o ensino de genética estanca na etapa da problematização inicial, etapa na qual o professor apresenta os conteúdos, problematiza e, geralmente, ele mesmo responde com palavras que ainda não têm significado para os estudantes.

Para Justina (2001), o papel do educador, ignorado freqüentemente, é o de fornecer uma base de conhecimento vital para os cidadãos entenderem as implicações do avanço científico nas suas vidas.

Portanto, é função da escola promover um tipo de ensino, que além de informar, priorize a construção do conhecimento, caso contrário, o aprendizado permanecerá na superficialidade dos conceitos cotidianos, reduzindo o aprendente a mero reprodutor de informações, incapaz de se posicionar de forma crítica diante das questões sociais, políticas e éticas relacionadas à área da genética.

Neste trabalho, foi, também, realizada uma entrevista com professores de Biologia do Ensino Médio, com o objetivo de conhecer como estes abordam o conteúdo sobre proteínas.

Quando se pensa em ensinar conteúdos de genética logo são requisitados conteúdos referentes aos ácidos nucléicos, cromossomos, genes, mitose, meiose e conceitos básicos da genética mendeliana. O aprendizado sobre a estrutura e funcionamento dos ácidos nucléicos, nos processo de transcrição e tradução, apenas tem sentido se os estudantes já trazem conhecimentos básicos sobre a estrutura das proteínas para que compreender essas substâncias como expressão do material genético.

Para Alberts et al. (2002, p.129), antes que possamos ter esperanças de entender como os genes funcionam, como os músculos se contraem, como os nervos conduzem eletricidade, como os embriões se desenvolvem, ou como nosso corpo funciona, devemos entender as proteínas.

Os primeiros indícios de que as proteínas se relacionam com o material hereditário datam o início do século XX, quando o médico Archibald Garrod, observou que várias doenças humanas recessivas se manifestavam como erros metabólicos, portanto, denotavam alterações nas reações bioquímicas, os quais denominou por “erros hereditários do metabolismo” (GRIFFITHS et al., 2006, p.183).

O trabalho de George Beadle e Edward Tatum, publicado em 1940, conhecido como *hipótese um gene – uma enzima*, mostrou que os genes de algum modo eram responsáveis pelas funções das enzimas, e que cada gene, aparentemente, controlava uma enzima específica.

A partir do desenvolvimento da Biologia Molecular, a idéia de *um gene – uma enzima* foi estruturada para *um gene – um polipeptídeo* (GRIFFITHS et al., 2006, p.183), isso significa que os fenótipos, além do fator ambiental, resultam não apenas da ação de proteínas com atividade catalítica, mas da atividade geral das proteínas.

Conforme Junqueira; Carneiro (2005), as proteínas têm função enzimática, estrutural, informacional, no movimento celular e uma pequena importância como fonte energética.

Os fenótipos dos organismos resultam da ação das proteínas em interação com fatores ambientais. A variabilidade genética se expressa nas células na forma de variabilidade de moléculas protéicas, considerando que seqüências de nucleotídeos do RNA mensageiro, durante o processo de tradução do código genético, determinam a posição dos aminoácidos ao longo da cadeia polipeptídica, dessa forma, determinando a estrutura primária de uma molécula protéica. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2005, p.43).

Uma vez que a seqüência de nucleotídeos do RNA mensageiro é determinada por seqüências de nucleotídeos do DNA, fica claro que o DNA é o material que determina o encadeamento dos aminoácidos numa molécula protéica caracterizando a estrutura primária.

A função de uma molécula protéica depende de uma configuração espacial própria, resultante do dobramento da cadeia polipeptídica sobre si. Tal dobramento ocorre devido a natureza dos aminoácidos. Alguns aminoácidos possuem radicais hidrofóbicos, outros hidrofílicos. Entre os aminoácidos podem se formar pontes de hidrogênio e de sulfeto. Cisteína é um tipo de aminoácido que possui o elemento químico enxofre, responsável pela formação das ligações dissulfeto. Isto gera um sistema de interações de forças estabilizadoras que promovem dobramentos peculiares da molécula que, dependendo da localização do aminoácido ao longo da cadeia, a esta é conferida conformação espacial singular. (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2005, p.43).

Para a compreensão da ação do material genético nos organismos é necessário que os estudantes tenham observado a existência de elevada variabilidade entre as proteínas, entendendo essas substâncias como fatores essenciais na determinação dos fenótipos dos organismos. O conhecimento da estrutura primária das proteínas, e das forças que interagem na conformação espacial dessas moléculas explica a origem da diversidade existente entre essas moléculas.

Madruga (1996, p.71), fundamentado na Teoria de Assimilação Cognitiva de Ausubel, afirma que, para que a aprendizagem se estabeleça é necessário que novos conhecimentos possam ser relacionados de forma substancial, e não arbitrária, com o que o sujeito já conhece, e que este adote uma atitude ativa para estabelecer as mencionadas relações. Portanto, o conhecimento sobre a estrutura e funções das proteínas funciona como andaimaria na construção dos conhecimentos relacionados a atividade do material genético.

Antes da compreensão da função do DNA, ocorrida em 1940, já era conhecido que as propriedades e as funções de uma célula são determinadas quase que inteiramente pelas proteínas por elas produzidas. Assim, ficava difícil aceitar que outra molécula pudesse conter informações hereditárias. Apenas a partir de 1953, quando James Watson e Francis Crick publicaram os resultados de suas pesquisas, elucidando a estrutura da molécula de DNA, foi possível compreender que os genes se expressam, por meio da transcrição e da tradução em moléculas protéicas (ALBERTS, 2005, p.191).

Proteínas são substâncias moldadas de acordo com as informações genéticas. São moléculas fundamentais na estrutura e fisiologia e dos organismos. Desse modo, é essencial que os estudantes do ensino médio, antes da aprendizagem sobre a atividade do material genético, tenham elaborado conceitos que contenham elementos suficientes para que lhes seja clara e significativa a função das proteínas no mecanismo de expressão dos genes.

Diante desta problemática, por meio da capacitação no Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE, a autora deste trabalho desenvolveu em colaboração com professores de Biologia Módulos Didáticos com o objetivo de trabalhar os conteúdos sobre proteínas numa perspectiva voltada ao ensino de genética.

Metodologia

As escolas, assim, como as turmas de alunos, são grupamentos humanos ímpares, formados a partir da diversidade e complexidade das relações sociais, no qual professores, estudantes e colaboradores compartilham, permanentemente, experiências culturais. A

leitura crítica destas múltiplas realidades torna possível apontar para um pensar e agir pedagógicos adequados (GASPARIN, 2007, p.3).

Por se tratar de uma pesquisa em educação, onde os sujeitos da pesquisa, professores e estudantes, e professora investigadora, compartilham e interagem, permanentemente, os modos socioculturais, nesta pesquisa, optou-se pelo tipo de abordagem qualitativa.

Para Lüdke; André (1987), na pesquisa qualitativa, o investigador se insere na realidade à qual estuda, sofre influência dos fenômenos que procura captar e compreender os significados. Sofre influência dos fenômenos inerentes ao grupo social em estudo.

Para coleta de dados foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com cinco professores de Biologia do Ensino Médio de quatro instituições públicas de ensino fundamental e médio do município de Foz do Iguaçu – PR. Os professores serão tratados como Na, La, Fe, Jo e De.

A entrevista é uma forma de pesquisa na qual ocorre interação entre o entrevistador e o entrevistado, onde se processam transformações contínuas resultantes de influências mútuas entre quem pergunta e quem responde. O tipo de entrevista semi-estruturada é o mais adequado para pesquisas em educação por ser um instrumento flexível. Esta forma de entrevista desenvolve-se a partir de um esquema básico, porém não aplicado rigidamente, permitindo que o entrevistador faça ajustes no decorrer da entrevista (LÜDKE; ANDRÉ, 2004, p.34).

As entrevistas foram realizadas com o objetivo de detectar a seqüência, o enfoque e a metodologia com que os professores trabalham o conteúdo proteínas.

Além disso, foram analisados dois livros didáticos dentre os mais utilizados pelos professores participantes da pesquisa. Essa análise teve o objetivo de verificar unicamente a seqüência em que o conteúdo de proteínas é abordado no livro didático, já que se sabe pela experiência docente de vinte e quatro anos, que a forma de abordagem do tema dada pelos professores é, geralmente, baseada na seqüência do livro didático utilizado como livro texto.

Desenvolveu-se ainda um Módulo Didático (MD) com título: Conhecendo as Proteínas, baseado na sistematização elaborada por Terrazzan; Lunardi; Hernandez (2003). De acordo com estes autores,

os módulos são organizados por temáticas ou assuntos, de modo que os temas sejam desenvolvidos, segundo um modelo ou uma dinâmica básica constituída de três fases/etapas denominadas de *Três Momentos Pedagógicos* (TMP), a saber:

Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC) e Aplicação do Conhecimento (AC). Este modelo está baseado na proposta de DELIZOICOV e ANGOTTI (1991). (TERRAZAN; LUNARDI; HERNANDEZ, 2003).

Esse Módulo Didático foi desenvolvido com um enfoque problematizador, estruturado para participação ativa dos estudantes tendo como objetivo promover aplicação do conhecimento na prática social.

As primeiras aulas têm como objetivo mostrar que proteínas são substâncias existentes nos organismos e que executam determinadas funções.

Na primeira etapa do Módulo Didático (MD), denominada Problematização Inicial (PI), foram elaboradas e aplicadas questões aos alunos com a finalidade de provocá-los e trazer à tona suas concepções prévias, e levando ainda a necessidade da busca por respostas aos problemas propostos.

Para a maioria destes estudantes, a palavra proteína, geralmente, está vinculada unicamente a idéia de alimento, como evidencia a entrevista com professores neste trabalho, ao enfatizarem o estudo das proteínas na nutrição. Assim, por meio do MD desenvolvido, buscou-se que os estudantes construíssem novos significados para palavra proteína, com um enfoque que prioriza o conhecimento da estrutura e composição das proteínas.

Para Madrugá (1996, p.74), os organizadores prévios da teoria de Ausubel, atuam como uma ponte entre o que o sujeito já conhece e aquilo que será ensinado. Isto dá os primeiros significados aos novos conhecimentos. Têm a função de servir de estrutura básica sobre a qual serão construídos os novos conhecimentos.

Dessa forma, com as primeiras aulas do Módulo Didático sobre proteínas, vinculou-se a palavra proteína a conceitos já apropriados pelos estudantes que incluem estruturas ou substâncias do organismo, como a pele, pigmentos, enzimas digestivas, a partir da elaboração e implementação de exposições de imagens por meios audiovisuais e textos redigidos em linguagem e contextos significativos para os estudantes. Alguns destes textos são adaptações dos textos que compõem o 'Folhas', elaborado no período anterior. Também foram desenvolvidas aulas práticas.

As aulas práticas constituíram-se de atividades nas quais puderam ser observadas reações enzimáticas. Foram demonstradas reações enzimáticas normais e, também casos de desnaturação. Nessas aulas práticas sempre foram utilizados materiais de uso cotidiano, como por exemplo, batatas e água oxigenada. O objetivo dessas aulas práticas foi fazer com que os estudantes elaborassem algum tipo de conhecimento que servisse como uma ponte

na construção dos novos conhecimentos que exigem certa abstração, como: a relação entre a forma de uma molécula protéica e sua função.

Essas aulas práticas foram trabalhadas na própria sala de aula, porque estas oferecem melhores instalações físicas do que o laboratório de ciências, que tem disposição de bancadas que dificulta a formação de pequenos grupos de alunos e a circulação da professora entre as equipes.

Apesar da escola possuir equipamentos de laboratório adequados como vidraria e reagentes, durante as aulas, a maioria dos materiais utilizados, correspondem a materiais de uso do cotidiano dos estudantes, como copos, facas, talheres, pratos descartáveis. Os reagentes, na medida do possível, foram substituídos por alimentos, substâncias de higiene e limpeza e remédios. Pensa-se que isto possa incentivar os estudantes a aplicar, repetir ou produzir variantes destes experimentos, em ambiente fora da escola. Pensa-se que este procedimento colabore com a contextualização dos conteúdos.

Além do trabalho com textos, estudos de imagens e das aulas práticas, durante a aplicação dos módulos didáticos, foram utilizados e confeccionados modelos didáticos representando a membrana plasmática e moléculas de proteínas.

Também foram trabalhados modelos didáticos.

Para representar as moléculas de fosfolípidos, proteínas e glicídios, componentes da membrana plasmática, os alunos utilizaram bolinhas de papel de seda de três cores distintas, cada uma representando uma substância, coladas de forma a simular o modelo do Mosaico Fluido.

Os modelos que representam as moléculas protéicas foram confeccionados pelos alunos a partir do grampeamento, em cadeia, de pedaços retangulares de papel com nomes de vários aminoácidos escritos. Foi solicitado às equipes que fizessem a união dos retângulos em seqüência e números aleatórios para que, ao final da atividade, as cadeias de aminoácidos pudessem ser comparadas e evidenciassem os fatores responsáveis pelas diferenças, existentes entre as moléculas protéicas. Na ocasião, o grampeador representou um ribossomo.

De acordo com Gilbert; Boulter (1998, p.13), “um modelo pode ser como uma representação de uma idéia, um objeto, um evento, um processo ou um sistema”.

Recorreu-se a analogias pelo entendimento de que os conteúdos abordados exigem elevado grau de abstração. Para Ferraz (2001, p.98) as analogias atuam como uma ponte entre o que se conhece e os novos conteúdos a serem apreendidos.

Na etapa caracterizada como Aplicação do Conhecimento buscou-se justapor o conhecimento que foi construído ou aprofundado pelos alunos e aplicação com análise e interpretação do conhecimento. As respostas dadas pelos alunos nesse momento serviram como um instrumento de coleta de dados.

Para analisar as respostas das questões propostas durante a aplicação do conhecimento foram elaboradas e aplicadas aos estudantes cinco situações fictícias. Solicitou-se a esses estudantes o registro, de forma escrita, das soluções aventadas para tais questões, assim como as respectivas justificativas.

Resultados e discussões

A abordagem do tema proteínas nos Livros didáticos utilizados pelos professores

Foram analisadas partes de capítulos de dois livros didáticos utilizados pelos professores entrevistados com o objetivo de verificar como as obras evidenciam a grande variabilidade de moléculas protéicas e a relação das mesmas com o material genético.

Tabela 1 – Informações sobre os livros selecionados para análise.

Autor(es)	Edição Ano Editora	Título do Livro	Capítulo analisado	Unidade ou parte do capítulo analisado
Sérgio Linhares e Fernando Gewandsznajder	1ª edição 2005 Editora Ática	Biologia (Volume único) (L1)	"Os Componentes Químicos da Célula"	"Proteínas" "Enzimas"
			"Ácidos nucleicos e engenharia genética"	"Ácidos nucleicos" "Mutações"
J. Laurence	1ª edição 2005 Editora Nova Geração	Biologia (Volume único) (L2)	"A química das células"	"Proteínas"
			"Biologia Molecular do gene: síntese protéica e engenharia genética"	"A síntese de proteínas" "Mutações no material genético" "Biotecnologia: engenharia genética"

Nas duas obras verificadas, evidencia-se que os conteúdos sobre proteínas são abordados em dois momentos distintos: nos primeiros capítulos são abordados conteúdos fundamentais de química para a compreensão da Biologia e, posteriormente, durante o processo de síntese protéica.

Em L1 o autor inicia a apresentação do conteúdo descrevendo as proteínas como substâncias responsáveis pela estrutura celular e pelo funcionamento, ressaltando atividade enzimática, e cita os hormônios e os anticorpos como substâncias protéicas. São citados como exemplos de proteínas a mioglobina e a hemoglobina, ambas são acompanhadas de ilustrações com desenhos de modelos das respectivas moléculas. São citados quatro exemplos de enzimas: amilase, lactase, tripsina e a pepsina.

Ainda em L1, é feita uma caracterização dos aminoácidos, mostrando que os radicais são os grupamentos responsáveis pelas características dos aminoácidos. Assim, esse material fornece subsídios didáticos para que os alunos percebam que existem diferentes tipos de aminoácidos compondo as proteínas e que, a seqüência destes ao longo da molécula protéica é o fator responsável pela natureza da proteína.

Uma parte é dedicada às explicações escritas e ilustrações, com desenhos esquemáticos, sobre o conteúdo relacionado às estruturas: primária, secundária, terciária e quaternária das proteínas.

Apenas na penúltima página de texto do capítulo “Componentes Químicos da Célula”, em duas linhas, o autor relaciona proteínas com gene.

Pequena parte do capítulo é dedicada a informar sobre alimentos ricos em proteínas.

No capítulo 9, “Ácidos Nucléicos e Engenharia Genética” são desenvolvidas explicações sobre os processos de transcrição e tradução, nessa ocasião o autor menciona que as proteínas são substâncias que resultam destes dois processos. Portanto, o conteúdo sobre proteínas é abordado em dois momentos distintos: no primeiro com ênfase na estrutura, no qual mostra a relação entre forma e função nas moléculas protéicas e, no segundo, cita essas substâncias como produto final da ação dos genes.

O autor do L2, no capítulo “Química das Células,” apenas cita que as principais funções das proteínas nos organismos menciona que são constituídas por aminoácidos, deixando para o capítulo 39, no final do livro, o estudo da estrutura das proteínas e síntese protéica. Os textos evidenciam um discurso voltado para o estudante que já conhece as leis de Mendel.

Desenvolvimento do conteúdo proteínas por professores do Ensino Médio.

Dois tópicos foram abordados com os professores entrevistados a respeito do ensino de proteínas:

O primeiro deles refere-se aos períodos nos quais são desenvolvidos conteúdos sobre proteínas e objetivos de ensinar esse conteúdo. O segundo tópico abordou os procedimentos didático-metodológicos para ao ensino dos conteúdos sobre proteínas com enfoque na estrutura das proteínas.

Na transcrição das entrevistas foram utilizados alguns códigos para registrar pausas e omissões de partes da seqüência. Os sinais e seus respectivos significados, expostos no quadro 1, são os mesmos adotados por Ferraz (2006, p. 131).

QUADRO I

SINAL	SIGNIFICADO
xxxxxxx	Parte da discussão foi suprimida por conter elementos irrelevantes para a análise.
-----	Partes ininteligíveis.
...	Pausa curta.
.....	Pausa longa

De acordo como relato dos cinco professores entrevistados, os conteúdos sobre proteínas são desenvolvidos no primeiro semestre, do primeiro ano, na unidade geralmente denominada *composição química dos seres vivos* ou *composição química da célula*. Isso sugere forte influência da disposição seqüencial dos conteúdos nos livros didáticos referente à disposição dos conteúdos no Plano de Ensino Anual. Os autores o fazem nos primeiros capítulos e os professores no primeiro semestre do ano, nas turmas de primeiros anos, como expõem os professores sujeitos da pesquisa durante a entrevista realizada:

Entrevistadora: Em que época do ano são trabalhados os conteúdos sobre proteínas?

Prof. De: Antes da célula, é a parte de química.

Profª La: A gente começa com características dos seres vivos. Apresenta o que é um ser vivo. Depois para a parte da composição química das células.

A professora 'Na' trabalha os conteúdos sobre proteínas como os demais professores entrevistados, apesar de ter como livro-texto a obra de LAWRENCE (2005), descrito

anteriormente, o qual enfoca as proteínas no capítulo que trata do processo de síntese protéica.

Entrevistadora: Em que época do ano são trabalhados os conteúdos sobre proteínas?

Profª Na: É mais no começo do ano, quando começam a estudar os sais minerais, as vitaminas...

Para os professores entrevistados, o estudo da síntese protéica, é ministrado no segundo semestre do ano.

Além da seqüência, os cinco professores e os livros didáticos consultados, coincidem no enfoque que é dado aos conteúdos sobre proteínas onde, ambos, valorizam o estudo das proteínas sob o aspecto da nutrição e saúde.

Entrevistadora: Por que você acha importante trabalhar o conteúdo proteínas no Ensino Médio?

Profª La: Me aprofundo mais nessa parte da alimentação. Falo da importância de misturar arroz com feijão. Eu me aprofundo mais na parte de saúde.

Prof. De: Falo que estão ali na parede das células, são feitas de aminoácidos, falo das enzimas, procuro mostrar onde tem proteínas, proteínas nos alimentos...Falo muito sobre o problema dos vegetarianos, comer só vegetal você não consome... não consegue ter todas as substâncias que são necessárias ao corpo.

Profª Jo: Trabalho mais assim... onde você vai encontrar tipos de proteínas, nos organismos, em alimentos né... então naquela questão das pessoas vegetarianas que não ingerem, essa quantidade necessária, porque a carne é uma das fontes de proteínas.

Profª Na: Quando eu pego essa parte de proteínas, sais vitaminas, quero assim que eles aprendam mais é ... quero que eles associem a alimentação deles... diária. A agente discute a proteína. É importante porque? Mais essa parte assim. Alimentação, importância, a carência.

No entanto, pode-se notar na fala do professor 'Fe' que existe certa preocupação em relacionar proteínas com material genético uma vez que é feita uma retomada do tema quando desenvolve em sala conteúdos sobre material genético:

"Eu dei agora mais para o final do ano essa parte. Eu passei o filminho das proteínas... tipo assim, uma animação... quando comecei usar a TV (TV *pendrive*), já tinha até

terminado proteínas, mas achei interessante e passei. Agora no estudo do DNA passei novamente e eles lembraram muita coisa... aí passei outro que mostra o RNA formando no núcleo, dá pra ver ele saindo pelos poros da membrana... aí no citoplasma vem os aminoácidos, vem o RNA transportador, aí mostra também ribossomos". (Fala do professor Fe.)

Nenhum dos cinco professores citou, ou relacionou espontaneamente a importância de estudar as proteínas como substâncias resultantes da expressão do material genético nesse momento inicial, no qual a entrevistadora fez a pergunta: "por que você acha importante trabalhar o conteúdo proteínas no Ensino Médio?". Apenas quando a entrevistadora questionou a necessidade de fazer uma revisão dos conteúdos sobre proteínas, na época em que se estuda a tradução do código genético, é que quatro professores afirmaram retomar o assunto:

"Sempre vai cair na alimentação (o estudo das proteínas), nas dietas alimentares. Eu trabalho com turmas de magistério, tem apenas duas aulas por semana. Não dá ver essa parte... não dá tempo pra nada... (Fala da professora La).

"No primeiro ano falo dos aminoácidos. Dá pra fazer uma revisão de proteínas... é bem básico". (Fala do professor De)

Esse relato leva a supor que existe, valorização dos conteúdos de proteínas relacionados a nutrição e pouca importância é dada às proteínas como conteúdo necessário para aprendizagem de conteúdos básicos da genética genômica.

Os professores entrevistados relatam que a genética é trabalhada, no terceiro ano. No entanto, neste momento, de acordo com as falas dos professores, não há grande preocupação em revisar conteúdos da biologia molecular, referentes à síntese protéica e, portanto caracterizar as proteínas como substâncias que, em interação com o ambiente, são responsáveis pelos fenótipos. Isso sugere que há valorização da genética clássica ou mendeliana em detrimento da genômica, como expõe a professora Jô:

Entrevistadora: Você considera necessário fazer uma revisão sobre proteínas quando ensina a síntese protéica?

Profª Jo: No primeiro ano falo dos aminoácidos...dá pra fazer uma revisão de proteínas... é bem básico ----- no terceiro ano falo sobre o assunto... porque o DNA eles não

lembram mais nada do primeiro ano, só que é aquela coisa, é bem básico, superficial mesmo, senão você vai ficar, vai voltar ao primeiro ano e não acaba dando tempo de dar os conteúdos de genética do terceiro ano.

É difícil, é difícil... não dá tempo, porque a genética... gosto de explicar os exercícios direitinho. Levo mais de dois meses.

Entrevistadora: que exercícios são esses?

Profª Jo: Os problemas de genética.

Seguem-se algumas falas dos professores ao serem questionados sobre os procedimentos didáticos metodológicos utilizados ao ensinar os conteúdos de proteínas:

Entrevistadora: Como você trabalha os conteúdos sobre proteínas?

Profª La: Eu faço assim, tem numa revista superinteressante, de quando ela era mais interessante, tinha uma parte nessa revista que era assim: a dura jornada de um sanduíche boca adentro, e aí contava até chegar no ânus . Aí vou contando pra eles vou fazendo um desenho no quadro, eu desenho faço uma seqüência, coloco lá nome... ó gente : o que é um aminoácido? Aí eu coloco lá uma fileira de aminoácidos desenho um triângulo, um quadradinho, uma bolinha , um triângulo invertido, uma bolinha -----, aí eu vou explicando pra eles né, que é a proteína inteira só que nas nossas células ela não vai caber a proteína inteira, conforme a proteína vai descendo ela vai diminuindo em pedaços não dou nome aos pedaços (peptídeos) até que chega o momento antes de entrar na célula aí dentro da célula se juntam de novo.

Entrevistadora: Você faz outras explicações da estrutura proteínas?

Profª La: Eu até peço nesta parte, não entro mesmo na parte química das proteínas.

Observa-se que a professora 'La' utiliza-se de uma analogia pictórico-verbal para que os alunos possam estabelecer relações que facilitem o aprendizado sobre a estrutura das proteínas, contextualizado pelo processo de digestão. A sua prática revela que há intenção de mostrar aos estudantes a constituição das moléculas protéicas, embora, sua resposta à segunda pergunta negue.

A professora 'Na' também utiliza analogias para explicar conteúdos sobre proteínas:

Entrevistadora: Como você trabalha os conteúdos sobre proteínas?

Profª Na: Tem aquela parte de síntese protéica... é um sacrifício para trabalhar... eu pego aquele quadro (quadro de giz) eu faço um esquema enorme assim, bom isso, é uma célula , é muito chato... aí ficam assim olhando o quadro, tentando imaginar uma célula,

aí ----- tem um filminho que eu passo que também ajuda muito, um filme sobre genética, que eles fazem uma associação de uma senhora fazendo bolo, a síntese protéica, xxxxxxxxxxxxxxxxxxx primeiro eu faço aquele desenho mostrando, o desenho do quadro de giz, no citoplasma vai ocorrer isso, no núcleo vai ocorrer isso, o DNA, depois o RNA mensageiro, explico tudo como é que feito, depois os polissomos, até que eles têm a idéia da produção da proteína né, mais (sic) a idéia fica ainda assim... vaga pra eles né, aí quando eu passo esse filminho, que aí no filminho aparece aqueles desenhos de como é formada xxxxxxxxxxxxxxxx DNA produzindo o RNA, através do DNA e depois essa síntese toda o RNA, o RNA transportador pegando o aminoácido, é um desenho animando né, mostrando tudo direitinho aí, como uma associação do filme há uma mulher fazendo bolo, a mulher que tá batendo o bolo, seria o mensageiro, não pera aí, a menina que vai pegar os ingredientes são os aminoácidos, a menina que vai pegar os ingredientes é o Rna transportador e o bolo no final seria a proteína pronta.

Entrevistadora: Você explica algo mais sobre a estrutura das proteínas?

Porfª NA: A gente vê muito em alimento né...trazem figuras de pratos com comida eles tem que indicar o que tem de proteína ali né... agora, a parte de química eu não pego nada, não quero nem saber, né, eu falo pra eles perguntarem a professora de química. Aqueles negócios lá da química orgânica são terríveis...

Percebe-se que nas explicações da professora 'Na' que existem dois momentos distintos: o primeiro, aquele no qual ela utiliza o quadro de giz para as explicações literais do conteúdo. Nesse momento, segundo a professora há dificuldades de compreensão pelos alunos do conteúdo, assim a mesma utiliza-se de uma analogia para facilitar o entendimento do conceito.

Nesse segundo momento foi exibido um filme que é utilizado como um modelo análogo à explicação do conteúdo científico. Nessa analogia utilizada pela professora de forma absolutamente espontânea, já que existem diferentes formas de utilização desse tipo de recurso didático¹, evidencia-se que o alvo (conceito científico utilizado) é a síntese protéica e o análogo (conceito familiar) é a produção de um bolo.

No entanto, como evidencia a fala da professora, antes da apresentação da analogia, os estudantes manifestavam dificuldades de compreensão do que se ensinava.

O uso da analogia teria sido mais eficiente se apresentada de forma estruturada. Se colocada no início do tópico, poderia atuar, inicialmente, como uma âncora para as

Formatado: Fonte: (Padrão)
Times New Roman

¹ Para um aprofundamento nas questões sobre o uso de analogias como um recurso didático veja Ferraz (2006).

informações que se pretende transmitir e, que, pelo seu caráter abstrato, lhes é de difícil compreensão (Curtis; Reigeluth apud Ferraz, 2006, p. 97-98).

Os professores 'Jô' e 'De' expuseram que trabalham os conteúdos sobre proteínas fazendo leitura com os alunos e realizando explicações orais e esquemas com o auxílio do quadro de giz.

Prof. De: Deveria ter mais aulas práticas. Alguma coisa prática. Eu mesmo prática não dei... talvez eu venha fazer mais para frente...trabalho na sala mesmo. Passo no quadro, explico, falo da importância das proteínas.

O professor 'Fe', para ensinar conteúdos sobre proteínas, optou por apresentações na forma de animações, que representam a síntese protéica. Na animação, no final do processo de tradução, é formado um modelo que representa a molécula protéica, o que facilita a compreensão dos alunos em relação a essas estruturas na opinião do professor.

Avaliação de uma proposta alternativa ao desenvolvimento do tema proteínas no ensino médio

A partir da análise das questões propostas aos alunos no terceiro momento, ou seja, aplicação do conhecimento, foi possível perceber o quanto o MD desenvolvido foi efetivo para a construção de conhecimentos básicos sobre a natureza, diversidade e funções das proteínas.

Segue-se agora cinco situações propostas e sua respectivas análises.

1- Relação entre a forma e a função das moléculas protéicas:

Uma das situações propostas aos alunos durante a Aplicação do Conhecimento, foi a seguinte:

Seu Joca faz espetinhos de carne de boi para vender. Espetinho bom é aquele feito com carne macia. Porém, carne macia é mais cara. Isto poderia elevar o preço do petisco. Então, seu Joca resolveu o problema: comprou carne de segunda, que não é tão macia, mas adicionou ao tempero um pouco de suco de abacaxi. O truque do seu Joca funciona, porque o abacaxi contém uma enzima denominada bromelina, que catalisa a digestão das fibras da carne. Assim, a carne fica macia, ou melhor, pré-digerida. Um dia, Dona Joana, esposa do seu Joca, estava ajudando-o a preparar o seu super tempero composto de suco de abacaxi, porém ela esqueceu a panela do tempero em cima da chapa quente e o tempero entrou em ebulição. Mesmo assim, a dupla de churrasqueiros, Joca e Joana, resolveu utilizar o tempero fervido. Isto não deu certo...De sal, até que estava bom. De pimenta no ponto. Mas ficou tão duro que espantou a freguesia! Por que o tempero "amaciante" depois de fervido não funcionou?

Nessa situação esperava-se que os alunos evidenciassem compreender a relação existente entre a forma de uma molécula protéica e sua respectiva função. No entanto, há indícios de que os estudantes ainda não elaboraram um conceito de molécula para que pudesse ser usado nas respostas. A palavra molécula não aparece em nenhuma resposta.

Uma aluna, em resposta a esta questão, utilizou o termo “cordão de aminoácidos” para expressar a idéia de cadeia polipeptídica. Isto sugere a apropriação pela aluna de uma analogia previamente apresentada pela professora durante as aulas, na qual o análogo consiste de um modelo tridimensional de molécula de proteína, onde os aminoácidos são representados por tampinhas de garrafas descartáveis de diversas cores, cada cor representando um tipo de aminoácido, unidas por um arame, formando uma estrutura que lembra um colar ou uma cadeia polipeptídica em estrutura primária. Durante as aulas o modelo foi dobrado em hélice para representar a estrutura secundária. Também, com o mesmo modelo, foi feita uma analogia com moléculas protéicas configuradas em estrutura terciária. Assim, cada tipo de dobramento do cordão de aminoácidos corresponde a um tipo de molécula de proteína, componente de uma proteína específica.

Assim, quando afirmam que, a elevação da temperatura, “muda a forma da enzima”, acredito estarem se referindo ao análogo de molécula de proteína, o “colar” de tampinhas, dobrado de tal forma a representar a configuração espacial de uma molécula de proteína ou enzima.

Conforme pode ser verificado na Tabela 1, Na categoria 2 quatro alunos entendem que a elevação da temperatura “destrói as enzimas”, assim manifestam a idéia de que de alguma forma a elevação da temperatura age sobre as enzimas. As respostas dadas por 4 alunos, agrupadas na categoria 5, sugerem que, depois de aquecida, “a enzima continua existindo porém alterada”. Ainda não explicam o tipo de alteração ocorrida, porém respostas agrupadas na categoria 4, dadas por dois alunos, identificam a alteração como mudança na forma da enzima, ou seja, esta deixa de ser complementar ao substrato. Os estudantes não mencionam mudança na forma da molécula da enzima. Pelas falas destes estudantes em sala de aula, observa-se que poucos trazem elaborado um conceito básico de molécula. As respostas da categoria 3, dadas por nove alunos mostram que há necessidade de complementaridade entre enzima e substrato e para que ação catalítica da enzima se processe.

Tabela 1- Relação entre a forma e a função das moléculas protéicas

Respostas por categorias:

Categorias	Exemplo de respostas dos alunos	Número de respostas
Categoria 1- Há uma perda da proteína após o cozimento. A proteína some, deixa de existir. Além disso, parece não haver um conhecimento de que a enzima é um tipo de proteína.	“A enzima bromelina não catalisou porque depois de cozida perdeu a proteína”	2
Categoria 2- Há uma perda da enzima após o cozimento. A enzima some, deixa de existir.	“Com a fervura perdeu a enzima/desmanchou a enzima”	4
Categoria 3- Há relação entre forma e função nas enzimas.	“Depois de fervidas as enzimas não catalisam, portanto a enzima não consegue encaixar/ajustar”.	9
Categoria 4 – Com o aquecimento há perda da forma da enzima.	“Porque depois de fervido a enzima, não vai mais se encaixar/ela fica em posições diferentes”.	2
Categoria 5 – Existe alteração da enzima pelo aquecimento.	“Porque ferveu, a enzima sofre alteração”.	4
Categoria 6- Outras	“Porque o tempero entrou em ebulição”.	5
Categoria 7 – Não responderam		2

2- Especificidade das Enzimas

Na segunda situação os alunos deveriam reconhecer a existência de relação de especificidade entre enzima e substrato. Segue a situação proposta:

O seu Joca descobriu que no supermercado é vendida enzima amaciante de carne. Comprou um frasco dessa enzima e, logo, utilizou nos seus churrasquinhos. Ficaram muito macios. Realmente a enzima funcionou! Juquinha é filho do Seu Joca. Ele mora com seus pais e trabalha num laboratório que faz pesquisas com carboidratos. Um dia, Juquinha apressado, esqueceu em cima da mesa da cozinha um pacote onde se lia “enzimas para catalisar reações com carboidratos”. Como havia acabado as enzimas amaciantes para carne, Seu Joca, vendo o pacote em cima da mesa resolveu utilizar as “enzimas para carboidratos”, nos seus espetinhos. A carne ficou macia? Por que?

O objetivo desta questão é verificar a aplicação do conhecimento sobre especificidade das enzimas.

Verificou-se que, dos vinte e oito alunos pesquisados, doze concluíram que não ocorre digestão das fibras da carne, caso a enzima específica para proteínas, neste caso a bromelina, tenha sido substituída por uma outra enzima não específica. Demonstram saber que há uma relação entre enzima e substrato.

Conforme mostra a tabela Especificidade das Enzimas, as respostas da categoria 3, elaboradas por cinco alunos, manifesta conhecimento da variabilidade existente entre as enzimas. Na resposta da categoria 4, o aluno já relaciona forma como um elemento responsável pela variabilidade existente entre as enzimas e registra que o modo de ação se relaciona à forma da enzima. Para dar as respostas da categoria 5, os seis estudantes revelam a utilização de um aprendizado anterior que enfoca proteínas e carboidratos como nutrientes e evidenciam que os estudantes entendem que existe uma relação de especificidade entre enzima e substrato.

Tabela 2- Especificidade das Enzimas

Respostas por categorias:

Categorias	Exemplo de respostas dos alunos	Número de respostas
Categoria 1- Não existe especificidade entre enzima e substrato.	“Sim, porque usando enzima de carboidrato fez exatamente o mesmo efeito”.	5
Categoria 2- Não há uma explicação para a afirmação.	“Não, a enzima não funcionou”	2
Categoria 3- Não funciona porque as enzimas são diferentes.	“Não, cada enzima é diferente da outra”.	5
Categoria 4 – Evidencia a existência de relação entre forma e função nas enzimas.	“Não, porque cada enzima tem sua forma daí cada uma tem um jeito de agir”.	1
Categoria 5 – O substrato não é específico para a enzima utilizada.	“Nada, porque a carne tem pouco/não tem carboidrato”.	6
Categoria 6 – Outras	“Porque umas têm mais outras tem menos”.	4
Categoria 7 – Não responderam.		5

As duas situações propostas a seguir, identificadas por Constituição e Estrutura das Proteínas I e Constituição e Estrutura das Proteínas II, tratam da estrutura primária das proteínas.

3 – Constituição e estrutura das proteínas I

A carne é um alimento rico em proteínas. Carne de boi, frango, porco, peixe, rã, humana, enfim, carne de todos os animais. Por que, se você comer uma coxa de galinha, os seus músculos terão proteínas humanas e não proteínas de galinha?

Nesta situação proposta, os alunos deveriam demonstrar conhecimento da constituição das moléculas protéicas e da estrutura primária dessas substâncias.

Verificou-se que, embora estes alunos ainda não tenham um conceito de molécula suficientemente elaborado para compreender a estrutura química das proteínas, dez alunos já conseguem compreender a constituição dessas substâncias a partir da utilização da analogia feita entre molécula de proteína e colar de tampinhas, trabalhada por meio do módulo didático Conhecendo as Proteínas.

A tabela 3, “Constituição e estrutura das proteínas”, expõe por meio da categoria 2, que quatro alunos compreendem que as proteínas são constituídas por aminoácidos e que o local ocupado por esses monômeros no conjunto define a natureza do conjunto, ou seja, a natureza da molécula protéica. As respostas pertencentes a categoria 3 expõem a diferença entre as proteínas deve-se à natureza dos aminoácidos. Essas respostas da categoria 3 não esclarecem se houve entendimento de que os aminoácidos que compõem as proteínas humanas são os mesmos que compõem as proteínas dos demais seres vivos. As respostas da categoria 4 evidenciam que a idéia de proteína está vinculada a imagem do modelo tridimensional das tampinhas, citado anteriormente, e demonstra que os alunos já têm conhecimento de que a seqüência dos aminoácidos é o fator responsável pela estrutura primária de uma proteína. Na categoria 5 foram agrupadas respostas que sugerem dificuldades dos estudantes na interpretação do texto da questão proposta. Isso fica evidente ao tratarem das proteínas apenas como um nutriente.

Tabela 3 – Constituição e estrutura das proteínas I

Respostas por categorias:

Categorias	Exemplo de respostas dos alunos	Número de respostas
Categoria 1- Existe mais de um tipo de proteína.	“Porque as proteínas de galinha não são iguais a de humano”.	3
Categoria 2- A organização/posição dos aminoácidos define o tipo de proteína.	“Porque os aminoácidos têm formação/arrumação diferente umas das outras proteínas”. ‘A proteína de galinha irá se transformar em proteínas humanas com a troca de lugar dos aminoácidos”	4
Categoria 3- As diferenças entre as proteínas resultam da natureza dos aminoácidos que as compõem.	“A fórmula das proteínas humanas é diferente da fórmula dos animais. Têm aminoácidos diferentes”.	3
Categoria 4- As diferenças entre as proteínas resultam da seqüência e da natureza dos aminoácidos que as compõem.	“Porque as posições dos aminoácidos são diferentes, são cores diferentes e localidades diferentes”.	3
Categoria 5- A carne dos animais fornece proteínas para a alimentação humana.	“Porque nas carnes existem proteínas que o nosso corpo necessita”.	5
Categoria 6 – Outras	“Por causa das proteínas que elas contêm”.	6
Categoria 7 – Não responderam.		4

4- Constituição e estrutura das proteínas II

Marcelo foi doar sangue. Porém seu sangue não pôde ser aproveitado para transfusão porque contém anticorpos contra o vírus da hepatite. Os anticorpos são proteínas de defesa. O técnico do laboratório informou Marcelo que se um paciente recebesse seu sangue poderia ter alergia aos seus anticorpos. Ainda explicou que isso acontece porque os anticorpos das pessoas não são exatamente iguais.

O que faz com que as moléculas dos anticorpos, geralmente, não sejam iguais?

Esperava-se que diante desta situação proposta, os estudantes soubessem explicar que a origem da variabilidade existente entre os anticorpos está relacionada ao tipo de estrutura primária da proteína.

Verificou-se, por meio das respostas da categoria 1, que cinco alunos não conseguiram interpretar a pergunta feita nesta situação proposta. Deram como resposta as afirmativas do enunciado da questão. As respostas agrupadas categoria 2, dadas por seis alunos, mostram que sabem da existência de diferença entre as proteínas e que esta resulta da seqüência dos aminoácidos. Para sete alunos que responderam conforme a categoria 3, a origem da variabilidade estaria na forma do anticorpo, porém as respostas não evidenciam conhecimento de que a forma resulta da estrutura primária. Três alunos, cujas respostas compõem a categoria 4, evidenciam o estabelecimento de relação entre anticorpos e material genético. Pensa-se que um fator que tenha colaborado para a construção dessa associação ou a recordação dessa associação, caso já tenham já tenham construído esse conhecimento em outras ocasiões,, seja o estudo do material genético feito algumas aulas antes da aplicação destas questões. Porém, nessas aulas, a professora, propositadamente, não estabeleceu relações e nem fez sugestões de relações entre proteínas e material genético. O conteúdo sobre material genético era apenas sobre estrutura e funções dos cromossomos e do DNA. Nesta ocasião ainda não tinham estudado o RNA e síntese protéica.

Tabela 4 – Constituição e estrutura das proteínas II

Respostas por categorias:

Categorias	Exemplo de respostas dos alunos	Número de respostas
Categoria 1- Existe diferença entre as proteínas que atuam como anticorpos	“Porque cada anticorpo é um tipo de proteína/são proteínas diferentes”.	5
Categoria 2- A seqüência dos aminoácidos diferencia as proteínas.	“A seqüência dos aminoácidos é diferente numa da outra”.	6
Categoria 3- A forma é um fator que diferencia as proteínas.	“Porque não têm a mesma forma/tem forma diferente”.	7
Categoria 4- Há associação entre genes e proteínas.	“Os genes são diferentes e fazem	3

	fórmulas de proteínas diferentes”.	
Categoria 5- Outras	“Seu tipo de grupo sanguíneo”.	4
Categoria 6- Não responderam		3

5- Associação de proteínas com estruturas ou substâncias conhecidas pelos estudantes

A questão a seguir trata da associação das proteínas com estruturas ou substâncias existentes nos organismos e que já são conhecidas dos alunos:

Escreva os nomes de três proteínas que você estudou e os locais onde são encontradas no organismo.

Esperava-se, com a aplicação desta questão, verificar se os estudantes associam a palavra proteína a estruturas ou funções orgânicas já conhecidas. A palavra proteína, conforme demonstrado nos diálogos em sala de aula, geralmente está vinculada unicamente a idéia de alimento.

Verificou-se que dos vinte e oito alunos participantes da pesquisa, vinte e seis conseguiram exemplificar pelo menos um tipo de proteína.

A partir dos resultados obtidos com a aplicação desta questão, pensa-se que o procedimento didático-metodológico em sala de aula, com o apoio do módulo didático Conhecendo as Proteínas, tenha propiciado a construção de significados para a palavra proteína ao facilitar seu vínculo a conhecimentos prévios sobre estruturas e substâncias orgânicas, como, por exemplo, pele, cabelos e enzimas digestivas. De acordo com observações feitas em sala de aula, antes do desenvolvimento deste trabalho, a palavra proteína estava ancorada apenas nos conhecimentos sobre nutrição.

Como os estudantes do primeiro ano do Ensino Médio ainda têm muita dificuldade em identificar as proteínas como substâncias químicas, acredita-se que se faz necessário, pelo menos provisoriamente, que o ensino de Biologia utilize-se de estratégias didático-metodológicas que vinculem a palavra proteína a situações ou objetos já conhecidos pelos

estudantes. Pensa-se que o uso de analogias seja apropriado para esse tipo de trabalho pedagógico.

Tabela 5 – Associação de proteínas com estruturas ou substâncias conhecidas pelos estudantes

Respostas por categorias:

Categorias	Exemplo de respostas dos alunos	Número de respostas
Categoria 1- Consegue lembrar de um exemplo de proteína.	“Enzimas”.	4
Categoria 2- Lembrança de dois exemplos de dois tipos proteínas.	“Melanina e queratina”. “Enzimas e melanina”.	6
Categoria 3- Lembrança de três exemplos de proteínas.	“Enzimas, melanina e queratina”.	1
Categoria 4- Recordação de um tipo de proteína e sua função .	“Enzimas substâncias catalisadoras”	4
Categoria 5- Recordação dos nomes de dois tipos de proteínas e suas respectivas funções.	“Melanina que dá cor à pele e enzimas facilitam as reações”.	2
Categoria 6 – Recordação dos nomes de três proteínas e suas respectivas funções.	“Queratina do cabelo, melanina que protege a pele e enzimas catalisadoras”.	7
Categoria 7- Recordação dos nomes de dois tipos de proteínas e identificação da função de uma delas.	“Queratina que forma o cabelo e enzimas”.	2
Categoria 8 – Não responderam		2

Acredita-se que o conhecimento da existência de diversos tipos enzimas possa atuar como um organizador prévio na aprendizagem de genética. Para Madruga (1996, p.74) a função de um organizador prévio é proporcionar uma “andaimaria ideativa” para a retenção e incorporação estável do material, mais detalhado, e diferenciado que se vai aprender.

Dessa forma, pensa-se, que a apropriação de conhecimentos fundamentais sobre a variabilidade das moléculas protéicas, possa facilitar a compreensão da teoria “Um gene -

uma enzima”, nos estudos posteriores de genética, que, de acordo com os professores entrevistados e as sugestões dos livros didáticos, é um conteúdo desenvolvido no terceiro ano do ensino médio.

REFRÊNCIAS

ALBERTS, B.; JOHSON, A.; LEWIS, J.; RAAF M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. *Biologia Molecular da Célula*. Porto alegre: Artmed, 2004.

COLINVAUX, D. *Modelos e Educação em Ciências*. Rio de Janeiro: Ravil, 1998.

COLL, C.; MARCHESI, A.; PALCIOS, J.; Desenvolvimento psicológico e educação. MADRUGA, J. A. G. In: *Aprendizagem pela Descoberta Frente à Aprendizagem pela Recepção: a Teoria da Aprendizagem Verbal Significativa*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

COLL, C.; GOTZENS C.; MONEREO, C.; ONRUBIA, J.; POZO, J. I.; TAPIA, A.; Aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento de capacidades no ensino médio. POZO, J. I. In: *Psicologia da Aprendizagem no Ensino Médio*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

COLL, C.; GOTZENS C.; MONEREO, C.; ONRUBIA, J.; POZO, J. I.; TAPIA, A.; TAPIA, A. Motivação e Aprendizagem no Ensino Médio. TAPIA, A. In: *Psicologia da Aprendizagem no Ensino Médio*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

DINIZ, D.; CORRÊA M. Admirável nova genética: Bioética e Sociedade. *O Admirável Projeto Genoma Humano*. CORREA, M. In: *Admirável Projeto Genoma*. Brasília: Letras Livres Editora UnB, 2005.

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI J. A. P. *Metodologia de Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez, 1993.

FERRAZ, D. F. *O uso e analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio*. Cascavel: Edunioeste, 2006.

GASPARIN, J. L. *Uma didática para a Pedagogia Histórico-Crítica*. Campinas: Autores Associados, 2007.

GEWANDSZNAJDER, F.; LINHARES, S. *Biologia*. São Paulo: Ática, 2005.

GRIFFITHS, A. J. F.; GELBART, W. M.; LEWONTIN, R. C.; MILLER, J. H.; SUZUKI, D. T.; WESSLER, S. R. *Introdução à Genética*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

JUNQUEIRA, C. e CARNEIRO, J. *Biologia Celular e Molecular*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

LAURENCE, J. *Biologia*. São Paulo: Nova Geração, 2005.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

JUSTINA, L. A. D. *Ensino de genética e história de conceitos relativos à hereditariedade*. 136 fls. Dissertação de Mestrado em Educação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO. *Uma nova política de formação continuada e valorização dos professores da Educação Básica da Rede Pública estadual Documento-Síntese*. Curitiba: Secretaria da Educação, 2007.

PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO. *Carta ao professor PDE*. Curitiba, agosto, 2007.

Disponível em: <http://www.pde.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=12> .
Acesso em: 20/09/2008.

VYGOTSKI, L.S. *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO. *Manual Folhas Biologia*. Curitiba: 2008.

Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/portal/projetofolhas/index.php>
Acesso em: 29/10/2008.

TERRAZAN, E. A.; LUNARDI, G.; GERANDEZ, C. L. O uso de experimentos na elaboração de módulos didáticos por professores do GTPF/NEC. In: *Atas do IV Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências*. Bauru, Abrapec: 2003.