



ALGUMAS CONCEPÇÕES DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO A RESPEITO DAS PROTEÍNAS

SOME CONCEPTIONS OF HIGH SCHOOL STUDENTS ABOUT PROTEINS

Julio Cesar Queiroz de Carvalho¹
Nelma Regina Segnini Bossolan²

¹ Instituto de Física de São Carlos, IFSC/USP – Programa de Pós-Graduação em Física Aplicada
jcqcarvalho@gmail.com.br

² Instituto de Física de São Carlos, IFSC/USP – Departamento de Física e Informática
nelma@ifsc.usp.br

Resumo

O conceito de proteína e o processo de sua síntese são importantes para a compreensão de temas ligados a biotecnologia, por exemplo, “células-tronco”, dentre outros. Este trabalho buscou verificar, dentre alunos do ensino médio, (a) *que tipo de concepções esses alunos tem ou trazem sobre os temas proteína e síntese protéica*, e (b) *que tipo de influência pode ter contribuído para a formulação de tais concepções*, fazendo parte de uma pesquisa de mestrado intitulada “Avaliação do impacto do jogo ‘Sintetizando Proteínas’ no processo de ensino-aprendizagem de alunos do ensino médio”. Para isso foi aplicado um questionário diagnóstico a 133 alunos do ensino médio, cuja análise baseou-se na categorização de respostas. Embora afirmassem já ter estudado o conceito de proteína, apresentaram traços de concepções alternativas, demonstrando possíveis falhas no processo de aprendizagem. Nesse sentido, é importante que as possibilidades de discussão desse tema sejam ampliadas, vinculando-os aos conteúdos correlatos previamente trabalhados.

Palavras-chave: proteínas, concepções alternativas, ensino-aprendizagem, ensino de biologia

Abstract

The protein concept and its synthesis process is important to comprehension of some biotechnology themes (e. g. stem cells), among others. Thus, this report, while is part of a master project (evaluation of the board game impact “Sintetizando Proteínas” in the teaching-learning process of high school students), through of conceptions survey of high school students about “proteins”, it had as objective: (a) *What kind of conceptions do these students have or carry about this concepts?* and (b) *What kind of influence can have contribute to the formation of these conceptions?* A diagnostic questionnaire was applied to 133 high school students and the analysis of these results based in the answer categorization. Though the students have ever studied about proteins concepts, they carry trace of alternative conceptions, showing failings in the learning process. Thus, it’s necessary that the discussion possibilities are amplified, binding them to the similar contents early studied.

Keywords: proteins, previous conceptions, alternative conceptions, teaching-learning

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os avanços na área de Biologia Molecular e Biotecnologia tiveram seu foco direcionado não somente para o estudo do genoma, mas passaram a ter um olhar mais cuidadoso ao produto gênico, no caso as proteínas. Em 2000, em entrevista à revista *Ciência Hoje*, o americano Walter Gilbert, o mesmo que em 1980, juntamente com o britânico Frederick Sanger e o americano Paul Berg, ganhou o prêmio Nobel de Química pela criação de um método para a determinação da sequência de nucleotídeos que compõe o DNA, apontou o rumo da pesquisa biológica para essa e as próximas décadas. Segundo Gilbert (2001), a genômica estrutural e a proteômica seriam os campos dominantes, tendo a bioinformática um papel fundamental.

No Brasil, em 2003, foi publicada uma matéria no jornal “O Estado de São Paulo” cuja chamada dizia “O Brasil começa a entrar na era do proteoma”. Essa matéria dizia que

O seqüenciamento do genoma da bactéria *Xylella fastidiosa*, concluído em 6 de janeiro de 2000, pôs o Brasil no Primeiro Mundo da ciência. Agora, três anos e vários organismos seqüenciados depois, o País se prepara para entrar na era da proteômica, o estudo das proteínas, colocando-se ao lado dos países desenvolvidos. Vários laboratórios, divididos em duas redes, uma em São Paulo (em formação) e outra no Rio, iniciaram as primeiras pesquisas. Segundo os cientistas envolvidos nesses projetos, o Brasil tem tudo para repetir o sucesso que teve em genômica, embora o estudo do proteoma seja mais complexo. (SILVEIRA, 2003)

É lógico pensarmos que o avanço da ciência só foi e é possível aliado ao avanço tecnológico e nessa área não está sendo diferente. Hoje em dia os cientistas dispõem de uma série de ferramentas tanto no campo da Biologia Molecular, na obtenção e preparação das amostras, quanto no campo da Física, com técnicas que permitem desde a determinação estrutural de uma proteína, sua caracterização, até o estudo de sua dinâmica.

Sabemos que a área de Biologia Molecular e Biotecnologia, assim como a Ciência de uma forma geral, encontra-se em constante avanço, fazendo com que educadores da área de Ciências se preocupem em aproximar a Ciência e a Tecnologia, presentes no cotidiano dos alunos, do universo de sala de aula. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino médio, (Brasil, 1999, p. 219), na parte destinada a ‘Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias’, pontua a relação dessa temática no contexto CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade):

O desenvolvimento da Genética e da Biologia Molecular, das tecnologias de manipulação do DNA e da clonagem traz à tona aspectos éticos envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, chamando à reflexão sobre as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Conhecer a estrutura molecular da vida, os mecanismos de perpetuação, diferenciação das espécies e diversificação intraespecífica, a importância da biodiversidade para a vida no planeta são alguns dos elementos essenciais para um posicionamento criterioso relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo contemporâneo.

Com isso percebe-se a necessidade de um ensino que acompanhe essa evolução, esses avanços científicos e tecnológicos, de forma que a sala de aula passe a abrir espaço para discussões que vão além do currículo escolar, além do ensino formal, sistematizado, preocupado não somente com a assimilação de conceitos por parte dos alunos, mas em oferecer subsídios para que os mesmos tenham autonomia e possam participar mais ativamente do mundo em que vivem, um ensino voltado para a inclusão dos alunos na sociedade.

A proposta dos PCN+, Brasil (2002, p. 42), é um ensino por competências, em que se propõe a organização do conhecimento

a partir não da lógica que estrutura a ciência, mas de situações de aprendizagem que tenham sentido para o aluno, que lhe permitam adquirir um instrumental para agir em diferentes contextos e, principalmente, em situações inéditas de vida.

Dessa forma, a sugestão dos PCN+ é um currículo de Biologia que não segue a seqüência programática como tradicionalmente estamos acostumados, mas organizado de forma que os conteúdos a serem ministrados aos alunos durante o ensino médio estejam agrupados em temas estruturadores. Destacaremos o tema estruturador “**Identidade dos seres vivos**” por compreender o estudo das proteínas e da síntese protéica, tema central de nossa investigação, e que é subdividido em quatro unidades temáticas que propõem competências a serem desenvolvidas. Com relação ao tema proteínas, a unidade ‘*A organização celular da vida*’ propõe a representação de diferentes tipos de células a partir da utilização de instrumentos ópticos, observação de fotos e representações e pesquisa em textos científicos. A unidade ‘*As funções vitais básicas*’ propõe a análise de imagens e representações relacionadas aos diferentes tipos de transporte através da membrana. Com relação ao tema síntese protéica, a unidade ‘DNA: a receita da vida e seu código’ propõe (a) localizar o material hereditário em células de diferentes organismos, a partir de fotos e representações esquemáticas, (b) estabelecer relação entre DNA, código genético, fabricação de proteínas e determinação das características dos organismos, (c) analisar esquemas que relacionam os diferentes tipos de ácidos nucleicos, as organelas celulares e o mecanismo de síntese de proteínas específicas.

Ao se tratar do ensino e aprendizagem de conceitos, Vygotsky (1991, p.49) e seus colaboradores concluem que

[...] o desenvolvimento dos processos que finalmente resultam na formação de conceitos começa na fase mais precoce da infância, mas as funções intelectuais que, numa combinação específica, formam a base psicológica do processo de formação de conceitos amadurece, se configura e se desenvolve somente na puberdade. Antes dessa idade, encontramos determinadas formações intelectuais que realizam funções semelhantes àquelas dos conceitos verdadeiros, ainda por surgir.

Assim, a formação de conceitos é um processo que acompanha as etapas de amadurecimento desde a infância, passando pela adolescência e atingindo a fase adulta, aumentando seu grau de complexidade, estimulado não somente por interações com o meio social, mas principalmente pelo domínio da linguagem, dos signos. Devemos, portanto, considerar, segundo Vygotsky (1991, p. 51)

[...] a formação de conceitos como uma função do crescimento social e cultural global do adolescente, que afeta não apenas o conteúdo, mas também o método de seu raciocínio. O novo e significativo uso da palavra, a sua utilização *como um meio para a formação de conceitos*, é a causa psicológica da imediata transformação radical por que passa o processo intelectual no limiar da adolescência.

Dessa forma, educadores que seguem a linha construtivista têm destacado a importância de se conhecer os conhecimentos prévios dos alunos antes de introduzir qualquer nova informação, servindo de alicerce para planejar estratégias que possam auxiliar os alunos a resolverem os conflitos cognitivos daí gerados. Para a resolução desses conflitos cognitivos, a literatura da área propõe alguns modelos, dentre os quais destacamos o de mudança de perfis conceituais, proposto por Mortimer (1995). Esse modelo propõe não uma substituição de uma concepção por outra, uma ruptura, e sim a tomada de consciência de cada uma delas e dos argumentos que justificam o uso de uma ou de outra em determinados contextos.

A estes conhecimentos conceituais prévios a partir dos quais os alunos constroem o

conhecimento dá-se o nome de concepções alternativas (GARCIA-MILÀ, 2004).

Pozo (1987) citado por Garcia-Milà (op. cit.), atribui algumas características às concepções alternativas:

- São construções pessoais dos alunos originadas em sua interação cotidiana com o mundo, forma-se de maneira espontânea e habitualmente preexistem ao ensino;
- Apresentam incoerência científica, embora não cotidiana, já que muitas vezes antecipam fenômenos isolados observados pelo aluno em seu ambiente próximo ao transcurso das atividades cotidianas;
- São estáveis e apresentam resistência à mudança, já que os alunos não as modificam apesar de esforços do professor para mudá-las;
- Foram identificadas em crianças, adolescentes e adultos, inclusive em universitários em sua área de especificidade;
- Mantém uma certa correspondência com as idéias expressadas por cientistas em épocas históricas menos evoluídas cientificamente;
- Têm um caráter implícito se comparadas aos conceitos explícitos da ciência, isto é, são difíceis de formular explicitamente e manifestam-se muitas vezes mediante atividades empíricas sem que os alunos consigam verbalizá-las.

Para Pozo et al. (1991) citado por Pozo (1998), essas concepções alternativas podem ter três origens: sensorial, cultural ou escolar.

- Origem sensorial: concepções espontâneas. São adquiridas por meio das informações que os estudantes recebem através dos seus sentidos e formulam numa tentativa de dar significado às atividades cotidianas. São muito importantes para a interação com o mundo físico;
- Origem cultural: concepções induzidas. São concepções que se originam no meio social do aluno e que impregnam suas próprias idéias. São adquiridas na escola, em interação com outras pessoas e através dos meios de comunicação. Grande parte das concepções biológicas dos alunos sobre a doença, a saúde, os seres vivos, etc. tem origem social;
- Origem escolar: concepções analógicas. Em algumas áreas de conhecimento, o aluno carece de conhecimentos específicos, espontâneos ou induzidos, razão pela qual a compreensão deve basear-se na formação de analogias, quer sejam geradas pelos próprios alunos, quer sejam induzidas pelo ensino. Por exemplo, grande parte do conhecimento químico dos alunos está baseado em modelos aprendidos na escola, embora assimilados a suas próprias idéias e crenças. Em muitos casos, seus conhecimentos prévios têm origem em aprendizagens escolares anteriores, embora costumem consistir em assimilações parciais ou deformadas do saber científico apresentado. Por isso, é necessário não somente uma boa seqüência de conteúdos mas também em currículo que procure, explicitamente, a conexão das novas aprendizagens com aprendizagens anteriores.

A investigação sobre as concepções alternativas colocou em questão a eficácia do ensino por transmissão de conhecimentos previamente elaborados, e contribuiu de uma forma mais geral para levantar dúvidas sobre as visões simplistas da aprendizagem e do ensino das ciências, como a idéia de alguns docentes de que ensinar é uma atividade simples para o qual basta apenas conhecer a matéria e ter alguma experiência (CACHAPUZ et al. 2005).

Quando respeitamos as experiências vividas pelos alunos, suas concepções alternativas e as utilizamos como ponto de partida de discussões, em que o professor compara as diferentes concepções apresentadas pelos alunos e permite ou traz informações contraditórias, ou propõe situações para comprovar todas as concepções, estamos vinculando ciência à sociedade, como prevê Santos e Schneltzer (2000) em uma abordagem CTS.

Nesse sentido, o presente trabalho considerou, na sua fundamentação, a importância de compreender como se dá à construção do conhecimento por parte dos alunos, por meio de suas experiências pessoais e relações sociais, e de buscar relações entre as concepções prévias dos alunos com os novos conhecimentos ou conhecimento científico. Esse estudo fez parte da pesquisa de mestrado do primeiro autor deste trabalho, cujo enfoque foi a avaliação do impacto

de um recurso didático, o jogo “Sintetizando Proteínas”, no processo de ensino e aprendizagem de alunos do ensino médio. Esse jogo foi criado pela Coordenadoria de Educação e Difusão do Centro de Biotecnologia Molecular Estrutural (CBME/CEPID/FAPESP) em parceria com o Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP), ambos na cidade de São Carlos, SP.

O jogo é formado por um tabuleiro com o desenho de um corte de célula animal, com suas estruturas e organelas; por cartas-objetivos, cada uma contendo uma situação-problema relacionada a uma proteína específica que cada jogador terá que sintetizar; e por peças representativas de nucleotídeos, aminoácidos e proteínas com suas respectivas cartas de compra. O objetivo desse jogo é, de uma forma dinâmica e lúdica, facilitar o entendimento dos processos de transcrição, tradução e síntese de proteínas.

A proposição de um jogo para compreender o processo da síntese protéica na célula tem o objetivo de colaborar na aquisição de competências voltadas para a **investigação e compreensão científica e tecnológica**, propostas pelos PCN+ para o ensino de Biologia (BRASIL, 2002), uma vez que pode favorecer o reconhecimento, a utilização e a interpretação de um modelo explicativo e representativo de um sistema biológico.

O jogo como facilitador do processo de ensino-aprendizagem já foi destacado por alguns autores (MACEDO et al., 2000; RIBEIRO, 2005) e é sugerido pelo PCN+ como uma estratégia para abordagem de temas em Biologia:

Os jogos e brincadeiras são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo. O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos (Brasil, 2002).

Antes de avaliar esse material enquanto um recurso didático foi proposto o levantamento das concepções de alunos do 2º ano do Ensino Médio a respeito do tema proteínas, pertencente a cinco turmas, sendo três de escolas públicas e duas de uma escola privada, todas da cidade de São Carlos, estado de São Paulo. O intuito desse levantamento foi verificar (a) *Que tipo de concepções esses alunos tem ou trazem sobre esses conceitos?* e (b) *Que tipo de influência pode ter contribuído para a formulação de tais concepções?*. Em um momento posterior dessa pesquisa, partindo desse levantamento e aliado a uma estratégia proposta de aplicação do jogo, foi analisado o quanto o jogo facilitou o entendimento e a compreensão desses conceitos.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado com 133 alunos do 2º ano do ensino médio de duas escolas do município de São Carlos, interior de São Paulo, sendo uma delas pública, “Escola Estadual Prof. Dr. Álvaro Guião” (duas turmas, totalizando 65 alunos), e uma particular, “Cooperativa Educacional de São Carlos” (duas turmas, totalizando 68 alunos).

O instrumento de pesquisa adotado consistiu de um questionário composto de duas partes, sendo a primeira composta de um cabeçalho, com a apresentação da pesquisa, suas intenções e termo de compromisso dos alunos com relação à mesma, bem como algumas questões pessoais que permitiram traçar o perfil de cada turma com relação a: época escolar que o tema pesquisado foi estudado, lembrança do tema proposto, acesso a mídias de divulgação científica, grau de interesse por assuntos ligados a ciência e grau de instrução e profissão dos

pais desses alunos. A segunda parte foi composta de seis questões abertas a respeito do tema proteínas, que contemplaram desde sua definição, funções, importância, absorção pelo organismo até a sua relação com doenças. Para a construção das questões, no que se refere ao enunciado e alternativas (quando foi o caso), levou-se em conta as orientações propostas em Haydt (1994) e Gil (1999).

A análise das respostas dadas às questões abertas foi feita segundo Ludke & André (1986) e Bogdan & Biklen (1994), que propõem a distribuição das respostas em categorias.

A aplicação desse questionário em cada turma foi feita na própria escola, nos respectivos períodos de aula, com a presença do professor de Biologia, e constou das seguintes etapas: primeiramente apresentou-se o projeto e se ressaltou a importância do comprometimento de cada aluno com o mesmo quanto à sinceridade e autenticidade das respostas dadas. Em seguida foi feita a leitura do questionário com os alunos, procurando sanar possíveis dúvidas que os prejudicassem no entendimento das questões, impossibilitando-os de respondê-las com clareza.

Cada turma teve um tempo disponível de 100 min, o que correspondeu a duas aulas de 50 min cada, sendo o suficiente para que os alunos respondessem o questionário sem que o tempo fosse um fator limitante.

No presente estudo serão discutidas as categorias de respostas observadas nas seguintes questões:

1. **b.** Falando em proteína, o que você entende por PROTEÍNA?
2. **a.** Que alimentos, na sua opinião, são ricas fontes de proteínas?
 - b.** Nessa lista de alimentos ricos em proteínas também estão incluídos vegetais, como verduras e legumes?
 - c.** Onde mais podemos encontrar proteínas? Relacione algumas estruturas que constituem seu corpo ou de outros organismos, como algum tipo de tecido ou secreção, que seja constituído basicamente por proteínas.
3. **a.** A grande questão é: Por quê precisamos tanto de proteínas? Qual é o grande papel que elas exercem nos organismos?
4. Não resta dúvida que nosso organismo precisa constantemente suprir suas necessidades de proteínas. Mas como você acha que essas proteínas serão absorvidas pelo nosso organismo? Leve em consideração que os alimentos antes de serem absorvidos passam pelo processo de digestão.
6. Você saberia relacionar algumas doenças ou deficiências que já tenha ouvido falar em que sua causa está relacionada a alguma proteína específica? Não precisa escrever o nome da proteína, somente a doença.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas dadas às seis questões estudadas são apresentadas nos gráficos das figuras 1 a 6, cada um indicando a porcentagem de frequência das respostas por categoria e respectivas correlações com o número de alunos (não entendi essa parte da frase).

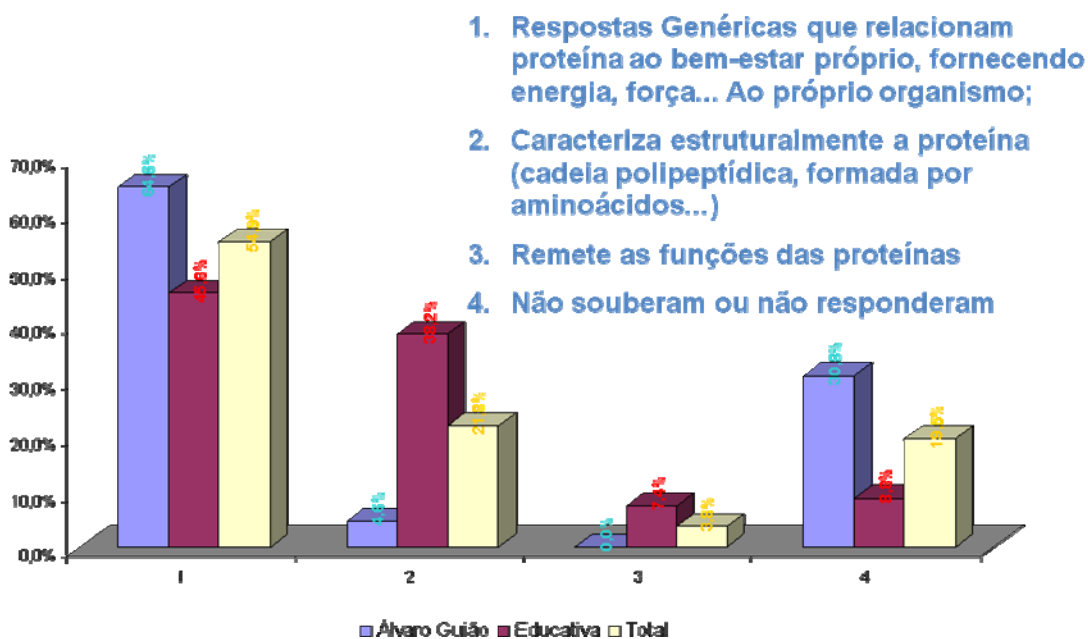


Figura 1: Categorização das respostas referentes à questão 1b do questionário diagnóstico: *Falando em proteína, o que você entende por PROTEÍNA?*, com indicação da frequência de cada categoria (%).

Quando pedido para definirem uma proteína (Figura 1), 42 (64,6%) alunos do Álvaro Guião e 31 (45,6%) da Educativa, apresentaram respostas genéricas do tipo “é uma substância essencial ao nosso corpo, indispensável para o desenvolvimento do corpo e sua nutrição”, “acho que serve para dar energia, essas coisas...”, “proteína é uma substância necessária para o bom funcionamento do organismo, além de ter várias outras funções”, indicando uma **tendência em definir genericamente o papel das proteínas no organismo (humano)**. Essa tendência aproxima-se do senso comum, de concepções alternativas e não propriamente de conceitos científicos.

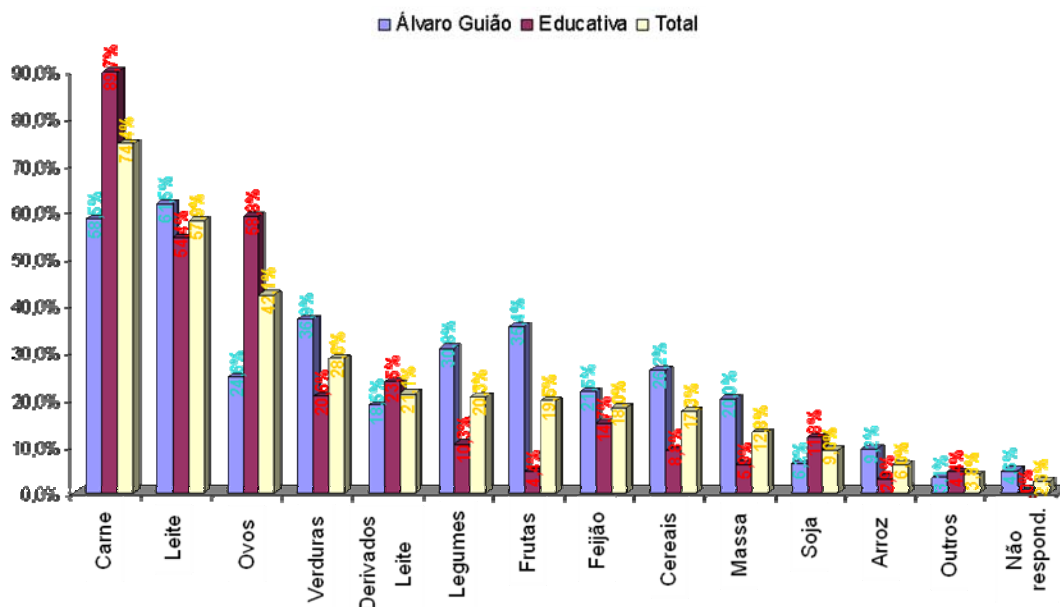


Figura 2: Categorização das respostas referentes à questão 2a do questionário diagnóstico: *Que alimentos, na sua opinião, são ricos fontes de proteínas?*, com indicação da frequência de cada categoria (%).

O gráfico da figura 2 mostra uma predominância de categorias referentes a alimentos de origem animal (carnes (74,4%), leite (57,9%) e ovos (42,1%)) sobre os de origem vegetal (verduras, legumes e frutas), embora a questão 2b (*Nessa lista de alimentos ricos em proteínas também estão incluídos vegetais, como verduras e legumes?* - dados não mostrados) tenha revelado que cerca de 70% dos alunos acreditam que vegetais sejam constituídos de proteínas. Embora os números da questão 2b sejam muito expressivos, a questão 2a revela uma **tendência dos alunos em associar proteínas aos alimentos de origem animal**. Essa tendência pode ser observada também nas respostas apresentadas à questão 2c (Figura 3), em que cabelo, músculos e pele foram, em média, os itens mais lembrados como as estruturas corpóreas constituídas de proteínas.

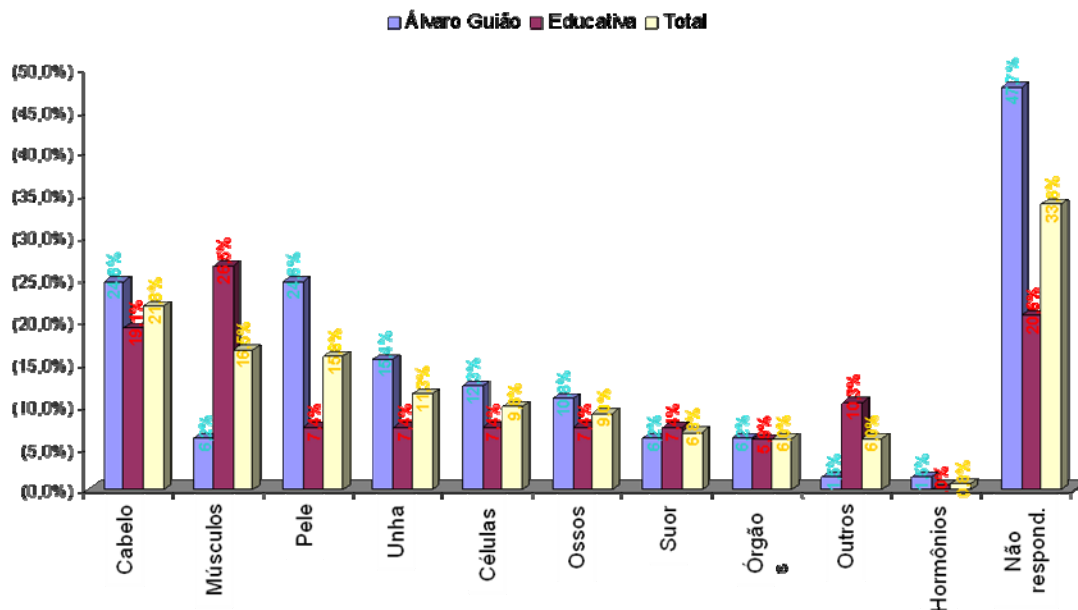


Figura 3: Categorização das respostas referentes à questão 2c do questionário diagnóstico: *Onde mais podemos encontrar proteínas? Relacione algumas estruturas que constituem seu corpo ou de outros organismos, como algum tipo de tecido ou secreção, que seja constituído basicamente por proteínas, com indicação da frequência de cada categoria (%)*.

Embora a questão não tenha especificado que se deveria citar apenas estruturas humanas que fossem constituídas de proteínas, também não se observou nenhuma categoria de resposta que explicitasse a presença de proteínas em vegetais ou em outros organismos vivos, como o exoesqueleto de insetos, por exemplo. Ainda nessa questão, observou-se que um número considerável de alunos (33,8%) não a respondeu. Os demais, ao referirem-se às estruturas formadas ou compostas por proteínas, mencionaram tecidos e anexos, como cabelo (21,8%), músculos (16,5%), pele (15,8%) ou unha (11,3%), percebendo-se uma **tendência em entenderem as proteínas apenas como ‘construtoras’ de tecidos, portanto com uma função prioritariamente estrutural**. Com isso a questão 2 indicou certa dificuldade, por parte dos alunos, em relacionar os tipos de proteínas encontradas nos alimentos com os encontrados no corpo humano. Ou seja, apesar de 89 alunos (66,9%, questão 2b) afirmarem que as proteínas estão presentes também em legumes e verduras, somente em torno de 6 a 28,6% (está certo esse dado? Não seria 20,3% de Legumes?) dos alunos (questão 2a) citaram espontaneamente alimentos de origem vegetal (verduras, legumes, frutas, feijão, cereais, soja e arroz) como fonte de proteínas (Julio, essas porcentagens não são de frequência de citação? Está certo falar em % de alunos?). A “carne”, por exemplo, foi o alimento mais citado como fonte de proteínas (74,4%, questão 2a), em contrapartida, na questão 2c, “músculo” foi citado espontaneamente por apenas 16,5% dos alunos como constituinte estrutural de organismos.

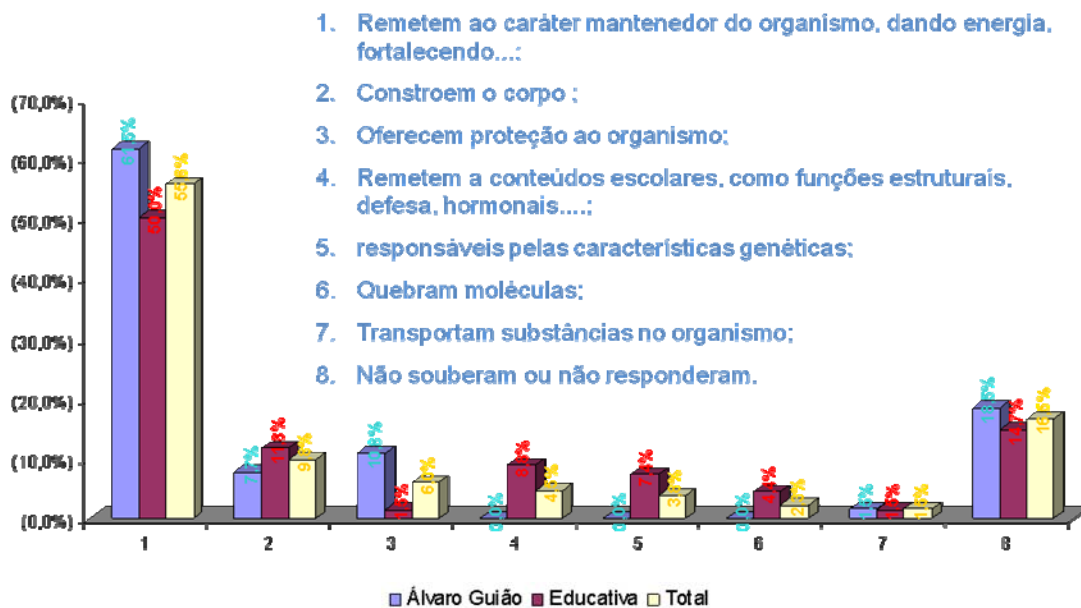


Figura 4: Categorização das respostas referentes à questão 3a do questionário diagnóstico: *A grande questão é: Por quê precisamos tanto de proteínas? Qual é o grande papel que elas exercem nos organismos?*, com indicação da frequência de cada categoria (%).

Percebemos, pelas categorias de respostas apresentadas na figura 4, que a tendência apresentada pelos alunos para a questão 1b (*tendência em definir genericamente o papel das proteínas no organismo (humano)*), de certo modo, foi confirmada pelas respostas dadas à questão 3a, quando 55,6% dos alunos relacionaram proteínas ao caráter mantenedor do organismo, como observado nos trechos: “*não se consegue viver bem sem a função que ela exerce no organismo*”, “*porque sem elas nosso corpo não constitui energias para manter nosso corpo saudável*”, “*precisamos de proteínas para que nosso organismo funcione melhor*” ou “*porque através delas nos mantemos vivos*”.

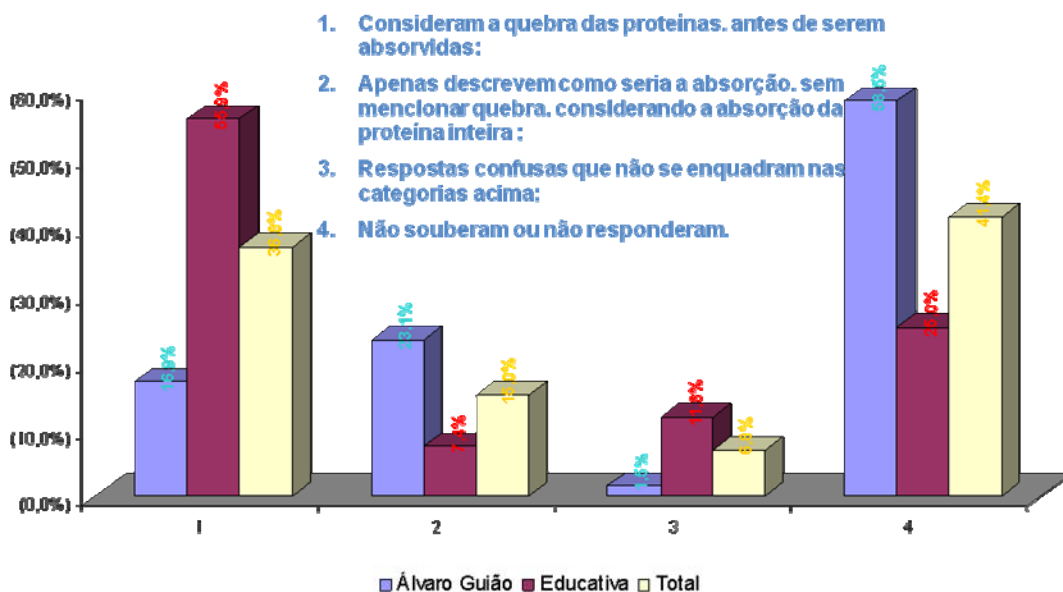


Figura 5: Categorização das respostas referentes à questão 4 do questionário diagnóstico: *“Como você acha que essas proteínas serão absorvidas pelo nosso organismo? Leve em consideração o processo de digestão.”* com indicação da frequência de cada categoria (%).

Ao observarmos, na figura 5, as categorias de respostas dadas à questão 4, que pergunta sobre como as proteínas são absorvidas pelo próprio organismo, vimos que grande parte dos alunos pode ter uma compreensão falha do processo de digestão, uma vez que 55 (41,4%) não responderam a essa questão, dos quais 38 pertenciam à escola pública. Dos 49 alunos (36,8%) que mencionaram a “quebra” das proteínas antes de serem absorvidas pelo organismo, 38 eram da escola particular. As professoras responsáveis pelas turmas informaram que o conteúdo relativo ao processo de digestão humana é tratado no 3º ano do ensino médio, ainda que esse conteúdo, de modo menos aprofundado, também seja parte do currículo de Ciências do ensino fundamental.

Tabela 1: Categorização das respostas referentes à questão 6 do questionário diagnóstico “Você saberia relacionar algumas doenças ou deficiências de que já tenha ouvido falar em que sua causa está relacionada a alguma proteína específica? Não precisa escrever o nome da proteína, somente as doenças.” com indicação da frequência de respostas em cada categoria).

Categorias de respostas	Q. 6 -		
	Álvaro Guião	Educativa	Total
1. Anemia	10 (15,4%)	36 (52,9%)	46 (34,6%)
2. Osteoporose	3 (4,6%)	15 (22,1%)	18 (13,5%)
3. Diabetes	0 (0,0%)	15 (22,1%)	15 (11,3%)
4. Albinismo	0 (0,0%)	14 (20,6%)	14 (10,5%)
5. Mal estar (cansaço, sonolência, indisposição, preguiça, câimbra)	2 (3,1%)	7 (10,3%)	9 (6,8%)
6. Cegueira noturna	0 (0,0%)	9 (13,2%)	9 (6,8%)
7. Raquitismo	1 (1,5%)	6 (8,8%)	7 (5,3%)
8. Mal Parkinson	0 (0,0%)	6 (8,8%)	6 (4,5%)
9. Prisão de ventre	0 (0,0%)	6 (8,8%)	6 (4,5%)
10. Hipoglicemia	0 (0,0%)	4 (5,9%)	4 (3,0%)
11. Síndrome de Down	0 (0,0%)	3 (4,4%)	3 (2,3%)
12. Dores Ósseas	0 (0,0%)	3 (4,4%)	3 (2,3%)
13. Doenças da pele	0 (0,0%)	3 (4,4%)	3 (2,3%)
14. Fenilcetonúria	0 (0,0%)	3 (4,4%)	3 (2,3%)
15. Hanseníase	0 (0,0%)	3 (4,4%)	3 (2,3%)
16. Alergia (leite)	0 (0,0%)	3 (4,4%)	3 (2,3%)
17. Atrofiamento muscular	1 (1,5%)	0 (0,0%)	1 (0,8%)
18. Leucemia	1 (1,5%)	0 (0,0%)	1 (0,8%)
19. Bulimia	1 (1,5%)	0 (0,0%)	1 (0,8%)
20. Desnutrição	1 (1,5%)	0 (0,0%)	1 (0,8%)
21. Gripe	1 (1,5%)	0 (0,0%)	1 (0,8%)
22. Virose	1 (1,5%)	0 (0,0%)	1 (0,8%)
Não souberam ou não responderam	48 (73,8%)	18 (26,5%)	66 (49,6%)

Quanto à associação de algumas doenças/deficiências relacionadas às proteínas (questão 6, tabela 1) também percebemos um número considerável de alunos que não respondeu ou não sabia (49,6%), dificultando o apontamento de uma tendência, mesmo porque as doenças listadas são bastante diferentes entre si. Entretanto podemos destacar o alto índice de citações de ‘anemia’ (34,6%), ainda que não seja possível assumir se os alunos estabelecem, nesse caso, uma relação direta da doença com a hemoglobina. Doenças associadas à falta de proteínas específicas, como diabetes e albinismo, também foram lembradas por 11,3% e 10,5% dos alunos que, neste caso, eram todos da Educativa. Citações de doenças como osteoporose, ‘atrofiamento’ muscular, doenças da pele, podem ter sido feitas por conta da associação da presença de proteínas em tecidos como o ósseo, muscular e da pele, conforme resultados observados na questão 2c.

Pudemos perceber dessa forma que, mesmo já tendo estudado os conceitos de proteínas no ano escolar anterior, os alunos ainda carregam traços de concepções alternativas, o que confirma uma das características dessas concepções, previstas por Pozo (1987) citado por

Garcia-Milà (2004), a de “ser resistente a mudanças”. Mas também temos que levar em consideração o fato de que a aplicação do questionário diagnóstico tenha sido uma situação diferente de uma prova formal em que os alunos seriam avaliados, podendo ocorrer, segundo Mortimer (1995), a escolha, por parte do aluno, do perfil conceitual que lhe seria conveniente. Se o questionário aplicado tivesse o caráter de uma avaliação formal, talvez os alunos optassem por responder de acordo com o que lhes fora ensinado em sala de aula (definições, nomes, processos, ou seja, conceitos científicos). Numa situação como a da nossa pesquisa, em que os alunos tiveram total liberdade para responder da forma como eles desejassem, as suas concepções alternativas podem ter prevalecido.

O estudo das concepções dos alunos sobre determinado tema se expressa como um diagnóstico do processo de ensino-aprendizagem, um ponto de checagem, fornecendo informações valiosas sobre possíveis falhas nesse processo.

Em especial sobre o tema proteínas, proposto por este trabalho, a superficialidade de algumas das respostas apresentadas podem indicar falhas no processo de ensino e aprendizagem desse tema. Pendracini e colaboradores (2007), ao estudarem a apropriação do saber científico e biotecnológico entre alunos do ensino médio, observaram que os alunos se apropriaram de termos e expressões isoladas muitas vezes estimuladas pela mídia; porém quando são estimulados a explicá-los, percebe-se que não se apropriaram necessariamente dos conceitos científicos envolvidos. Dessa forma, a manutenção de concepções alternativas em temas básicos de biologia, como os exemplos sobre proteínas observados nessa pesquisa, pode dificultar o estabelecimento de conexões futuras com outros assuntos presentes no currículo de biologia do ensino médio, como por exemplo, a genética (relação entre gene, características genéticas e proteínas), conforme podemos perceber nos trabalhos de Lewis (2004; 2000) e Wood-Robinson e colaboradores (2000), ou então nas discussões sobre os avanços da biologia molecular e biotecnologia (PENDRANCINI et al., 2007); BONZANINI & BASTOS, 2005; MARTINEZ-GRACIA & GIL-QUILEZ, 2003). Devido a essa preocupação, encontramos trabalhos que discutem e propõem possíveis adaptações ao currículo de biologia frente a esses novos temas (FALK et al., 2008; SÁEZ et al., 2008) e essa preocupação, segundo Venville & Donavan (2007), deve começar inclusive no ensino básico, devido à grande exposição das crianças desde cedo a esses temas por meio da mídia.

Para haver uma possível “ressignificação” e inter-relação entre o tema proteínas e outros como genética, por exemplo, é necessário que as possibilidades de discussão sejam ampliadas, mostrando aos alunos, que a “proteína” estudada no capítulo de nutrição é a “mesma” do capítulo de genética. Nesse sentido, Wood-Robinson e colaboradores (2000) constataram que o currículo e os autores de livros didáticos incluem frequentemente processos complexos como “síntese protéica” e “engenharia genética” sem oferecer a devida correlação com os conceitos básicos envolvidos, que devem ser entendidos primeiro.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Leila Maria Beltrami, professora associada do Instituto de Física de São Carlos (IFSC-USP), coordenadora do setor de Educação e Difusão do Centro de Biotecnologia Molecular Estrutural (CBME/CEPID/FAPESP) e co-autora do jogo Sintetizando Proteínas.

Às Professoras Maria Inês (Escola Estadual Sebastião de Oliveira Rocha), Ana Cláudia (Escola Estadual Prof. Álvaro Guião), Alessandra (Escola Estadual Prof. Álvaro Guião), Adriana (Colégio Educativa) e aos seus respectivos alunos do 2º ano do ensino médio por terem colaborado com essa pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em Educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto, Porto editora, 1994, Portugal.
- BONZANINI, T. K.; BASTOS, F. Concepções de alunos do ensino médio sobre clonagem, organismos transgênicos e projeto genoma. *Atas do ENPEC* – n.5, ISSN 1809-5100, 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). PCN Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- CACHAPUZ, A. et al. *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo, Editora Cortez, 2005.
- FALK, H.; BRILL, G.; YARDEN, A. Teaching a biotechnology curriculum based on adapted primary literature. *International Journal of Science Education*, v.1, n.1, p. 1–26, 2008.
- GARCIA-MILÀ, M. O ensino e a aprendizagem das ciências físico-naturais: uma perspectiva psicológica. In: COLL, C.; ÁLVARO, M.; PALACIOS, J. (Org.) *Desenvolvimento psicológico e educação - Psicologia da educação escolar*, trad. Daisy Vaz de Moraes. 2. ed., Porto Alegre, Artmed, v.2, 2004, p.361-363.
- GIL, A.C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5ªed, São Paulo, Atlas, 1999.
- HAYDT, R.C. *Avaliação do processo ensino-aprendizagem*. 4ª ed. São Paulo, Ed. Ática, 1994.
- LEWIS, J. Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understandings of genetics. *International Journal of science education*, v.26, n.2, p.195–206, fev, 2004.
- LEWIS, J.; LEACH, J.; WOOD-ROBINSON, C. All in the genes? young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, v.34, n.2, p.74-79, 2000.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo. EPU, 1986.
- MACEDO, L.; PETTY, A.L.S.; PASSOS, N.C. *Aprender com jogos e situações-problema*. Porto Alegre, Artes Médicas Sul, 2000.
- MARTÍNEZ-GRACIA, M. V.; GIL-QUÍLEZ, M. J. Genetic engineering: a matter that requires further refinement in Spanish secondary school textbooks. *International journal of science education*, v.25, n.9, p.1147–1168, 2003.
- MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? *Science and education*, v.4, n.3, p. 267-285, jul, 1995.
- PEDRANCINI, V. D.; NUNES, M. J. C. GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v.6, n.2, p.299-309, 2007.
- RIBEIRO, M. P. O. *Jogando e aprendendo a jogar: funcionamento cognitivo de crianças com história de insucesso escolar*, São Paulo, EDUC, 2005.
- SÁEZ, M. J.; NIÑO, A. G.; CARRETERO, A. matching society salues: students' views of biotechnology. *International Journal of Science Education*, v.30, n.2, p.167–183, fev, 2008.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNELTZER, R. P. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*, 2ª ed., Unijuí, 2000.
- VENVILLE, G.; DONOVAN, J. Developing year 2 students' theory of biology with concepts of the gene and DNA. *International Journal of Science Education*, v.29, n. 9, p. 1111–1131, Jul, 2007.
- VYGOTSKY, L.S. *Pensamento e linguagem*. Tradução Jeferson Luiz Camargo. 3. ed. São Paulo: Martins fontes, 1991a.
- WOOD-ROBINSON, C.; LEWIS, J.; LEACH, J. Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism, *Journal of Biological Education*, v.35, n.1, 2000.