**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Programa de Pós-Graduação em Bioquímica

ANDRÉ KISIL MISKALO

**Verificação do conteúdo de disciplinas de
Bioquímica por análise e classificação de questões
de provas.**

São Paulo

Data do Depósito na SPG:
20/07/2010

ANDRÉ KISIL MISKALO

**Verificação do conteúdo de disciplinas de
Bioquímica por análise e classificação de questões
de provas.**

Dissertação apresentada ao Instituto de
Química da Universidade de São Paulo para
obtenção do Título de Mestre em Ciências
(Bioquímica)

Orientador: Prof. Dr. Bayardo B. Torres

São Paulo

2010

André Kisil Miskalo

**Verificação do conteúdo de disciplinas de Bioquímica por análise e
classificação de questões de provas.**

Dissertação apresentada ao Instituto de
Química da Universidade de São Paulo para
obtenção do Título de Mestre em Ciências
(Bioquímica).

Aprovado em: _____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

*Esse trabalho é dedicado à Vida e a
tudo o que ela traz de bom.*

AGRADECIMENTOS

Pois bem...

Tenho inúmeras pessoas a agradecer. Para a grande maioria delas, tanto à ordem, quanto ao grau de gratidão, não devo fazer distinções, pois *todos* foram importantes e especiais nos mais diversos momentos. Um muito obrigado. Vocês *sabem* quem vocês são.

Alguns, entretanto, tiveram uma contribuição especial. Seja pelo convívio diário e/ou proximidade, seja pela participação direta neste trabalho. Aqui, nesta folha, vocês verão escrito *obrigado* ou *muito obrigado*, mas saibam que no meu íntimo, essas palavras estão mais do que potencializadas, pois vocês compartilharam conhecimentos e vivências comigo que eu levarei para o resto da minha vida. Para vocês, aí vai um agradecimento especial:

Ao Professor Bayardo Baptista Torres - professor com “P” maiúsculo – obrigado pelas conversas e pela sua maneira de ser. Acho que o senhor não faz idéia do poder de transformação que elas têm nos seus alunos.

Aos meus colegas e amigos do LEB e da USP– obrigado pelo apoio, seja ele por concordâncias ou discordâncias. Erik e Israel, vocês ajudaram *muito* mais do que vocês imaginam.

Aos meus amigos “pelo mundo” – obrigado a vocês por estarem por perto e por acreditarem em mim. Às vezes até mais do que eu mesmo acredito... Luiz, obrigado pela compreensão e orientação. Minhas amigas queridas, obrigado por deixar a minha vida mais divertida. Meus amigos competentes, obrigado por mostrar que o “longe” é “logo ali”.

Às minhas famílias – muito, muito obrigado pelo apoio e amor incondicional. Qualquer tentativa de traduzir o que sinto em palavras será apenas um mero exercício de retórica perto do que eu realmente sinto. Inês, Pedro, Antonietta e André, vocês são o meu porto-seguro. Meus irmãos e primos, vocês fazem parte de mim. Daniels, obrigado pelo *sim*. Eu amo vocês!

“...Quando você entender que o seu destino é o caminho, a sua vida vai fazer mais sentido...”

V.Steinbaum

Sumário

1- Introdução.	10
2- Objetivos.	16
3- Método e Procedimentos.	17
3.1- Justificativa para o método.	17
3.2- A classificação dos tópicos de bioquímica.	24
3.3- A classificação dos níveis cognitivos.	28
3.4- A aplicação do método.	35
4- Resultados	38
4.1- Biologia.	43
4.2- Enfermagem.	47
4.3- Farmácia.	51
4.4- Medicina.	55
4.5- Nutrição.	59
4.6- Odontologia.	63
4.7- Química.	67
4.8- Esportes.	71
4.9- Todas as disciplinas analisadas.	75
5- Discussão.	84
5.1- Dos tópicos.	84
5.2- Dos níveis cognitivos.	87
6- Conclusão.	94
7- Referências Bibliográficas.	95

RESUMO

Miskalo, A.K. **Verificação do conteúdo de disciplinas de Bioquímica por análise e classificação de questões de provas** 2010. 99p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Bioquímica. Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Um problema freqüentemente encontrado por educadores nas mais diversas áreas é conciliar o volume crescente de informação com a manutenção e/ou, não raro, a diminuição das cargas horárias de seus cursos. Esta situação real necessariamente obriga o educador a fazer uma severa seleção dos conteúdos a serem trabalhados. No cenário atual da maior parte das instituições de ensino esta decisão é tomada pelo professor. É possível estabelecer metodologias novas de ensino ao longo do tempo sem abrir mão da qualidade do ensino. Para isso, é necessário em primeiro lugar determinar os conteúdos considerados imprescindíveis para que o ensino seja considerado adequado. Partindo do pressuposto de que as questões das provas aplicadas em uma disciplina revelam os conteúdos que os professores consideram mais importantes, foram analisadas as questões de provas aplicadas em diferentes disciplinas oferecidas pelo Departamento de Bioquímica da USP. O objetivo deste trabalho foi responder a duas questões (1) Qual a extensão e a profundidade dos conteúdos comuns aos cursos básicos de Bioquímica? e (2) Há (e, se houver, quais são?) conteúdos específicos para diferentes habilitações? A estratégia adotada foi verificar os conteúdos exigidos pelas questões e classificar o nível cognitivo exigido utilizando a Taxonomia de Bloom. Os conteúdos mais frequentemente abordados são Estrutura de Proteínas e Regulação do Metabolismo. Os resultados indicam forte predominância de níveis cognitivos baixos (Conhecimento e Compreensão), com pouca representatividade de níveis cognitivos altos (de Aplicação a Avaliação). Espera-se com os resultados deste estudo mapear os conteúdos considerados importantes e a forma como são abordados para subsidiar a discussão sobre o estabelecimento de um currículo mínimo comum às disciplinas de Bioquímica.

Palavras-chave: Análise de conteúdos, análise de provas, Taxonomia de Bloom, conceitos básicos de Bioquímica.

ABSTRACT

Miskalo, A.K. **Verification of biochemistry contents on introductory courses through analysis and classification of exams questions** 2010. 99p. Masters Thesis - Graduate Program in Biochemistry. Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Educators in the most diverse fields face a common problem of managing the increasing amount of information with the same or even lower level of class hours in their courses. As a consequence, educators have to cover selected topics, which selection is entirely up to the teacher in most education institutions. In order to establish new teaching methodology while maintaining teaching quality, educators need first to select the most essential topics. Assuming that questions from biochemistry program tests reflect the topics considered most relevant by the faculty, questions from different courses offered by the Biochemistry Department of Universidade de São Paulo (USP) were analyzed with the purpose of determining (1) the extent and depth of the common topics of the basics biochemistry programs and (2) the existence of specific recurring topics for different careers. The adopted methodology sought to identify the most recurring topics in tests questions and to classify the demanded cognitive level according to Bloom's Taxonomy. The research identified Protein Structure and Metabolism Regulation as the most recurring topic, and indicates a strong predominance of low cognitive levels (Knowledge and Comprehension), with little presence of high cognitive levels (from Application to Evaluation). This study intended to outline the topics considered relevant by the faculty providing results that are required to focus the academic discussion for creating core curricula for biochemistry courses.

Key words: Exams analysis, content analysis, Bloom's taxonomy, Biochemistry basic contents.

1 - INTRODUÇÃO

Dentre os muitos fatores que caracterizam desafios ao ensino superior, tanto no Brasil, quanto em qualquer outro país do mundo que preza por um constante aprimoramento de suas políticas educacionais, dois merecem especial atenção: a garantia da qualidade do ensino e o constante alinhamento do volume crescente de informação com as estratégias de disseminação desse conhecimento.

A relevância desses fatores norteia o desenvolvimento de políticas e estratégias de ensino que visam adequar a prática educacional às ideias correntes a respeito do que é considerado um ensino superior de qualidade.

Às instituições de ensino superior, de acordo com recomendações e normas, nacionais e internacionais, cabe o papel de fomentar em seus alunos o estímulo à criação cultural e ao desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo (BRASIL, 1996, *artº 43*), o desenvolvimento de habilidades e competências, a análise crítica e o trabalho em equipe (UNESCO, 1998, 2001) – em outras palavras, um ensino que possibilite aos alunos se tornarem aptos a constantemente se autoeducarem ao longo de suas vidas.

Em relação ao ensino de ciências, um fator que, juntamente com essa preocupação em relação à qualidade do ensino, desperta uma atenção maior por parte dos educadores é a necessidade de alinhamento entre o grande volume e fluxo de informações novas com a absorção, adaptação e o repasse dessas informações aos alunos. Nunca em toda a história da humanidade houve tamanha produção e divulgação de informação na sociedade como na época atual.

A dificuldade agravada pela instabilidade e, não raro, a diminuição das cargas horárias dos cursos que ministram.

Essa é uma situação real que, necessariamente, obriga o educador a fazer uma severa seleção dos conteúdos a serem trabalhados.

Tradicionalmente, na maior parte das instituições de ensino, esta decisão recai sobre os professores. No Brasil, isso não é diferente, pois cabe à universidade fixar os currículos de seus cursos e programas, observando as diretrizes gerais pertinentes (BRASIL, 1996, *artº53*).

É interessante observar que, apesar de existir uma preocupação dos órgãos oficiais de educação com o estabelecimento de currículos mínimos, tanto para a educação básica quanto para a superior, a atenção está cada vez mais voltada para competências e habilidades do que para o conteúdo em si (Brasil, 1996, 2001).

O Departamento de Bioquímica (DBQ-IQ), vinculado ao Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP) na condição de instituição de ensino de bioquímica de referência no Brasil, não está isento dessas dificuldades e, de acordo com as necessidades vigentes na universidade como um todo, o seu corpo docente, muitas vezes, se vê obrigado a reestruturar a grade curricular, procurando conciliar os conteúdos de seus cursos com as cargas horárias disponíveis. O corpo docente do departamento, necessariamente, deve selecionar e restringir os conteúdos a serem apresentados para adequação ao tempo disponível nas disciplinas de Bioquímica Básica (Yokaichiya, 2005).

Um exemplo deste ajuste é a recente alteração do currículo para as turmas de Ciências Biológicas (Biologia). Os conteúdos de bioquímica eram ministrados para os alunos do segundo semestre de Biologia através da disciplina QBQ0220 – *Bioquímica: estrutura de biomoléculas e metabolismo*, uma disciplina de 12 créditos (equivalente a 180 horas de aulas). Com a alteração da grade curricular proposta pelo Instituto de Biociências, os tópicos de bioquímica passaram a ser ministrados

através da disciplina QBQ0230 - *Bioquímica: estrutura de biomoléculas e metabolismo*, sendo essa agora uma disciplina de 8 créditos (equivalente a 120 horas de aulas) (USP, 2010a, 2010b, 2010c).

Isso, por si só, pressupõe um processo de reavaliação e reestruturação dos conteúdos considerados fundamentais para esse curso.

No final do século XIX e começo do século XX, quando eram frequentemente denominados de *Química fisiológica*, os primeiros cursos de bioquímica eram uma mistura de química e fisiologia. Mesmo quando emergiu como uma disciplina distinta na década de 30 e consequente maturação nas décadas seguintes, a Bioquímica sempre foi considerada uma área interdisciplinar, cuja natureza integrativa dificulta uma separação clara de outras disciplinas (Boyer, 2000).

Apesar dessa natureza interdisciplinar, as fronteiras da Bioquímica ficaram relativamente bem definidas e aceitas pela maioria dos bioquímicos, de modo que, com o passar dos anos, os cursos foram adquirindo um padrão tradicional de ensino no que diz respeito à distribuição de seus conteúdos e tópicos considerados centrais. Essa lógica de distribuição de conteúdos, influente até hoje, foi popularizada com a publicação da primeira edição do livro *Biochemistry* de Albert Lehninger em 1970 (Boyer, 2000).

Lehninger utilizou uma lógica de distribuição de conteúdos que ele chamava de *lógica molecular* e dividia esses conteúdos em quatro unidades distintas, cada uma com uma série de tópicos relacionados: Parte I – Os componentes moleculares da célula; Parte II – Catabolismo e geração de energia de ligação fosfato; Parte III – Biossíntese e a utilização de energia de ligação fosfato e Parte IV – Replicação, transcrição e tradução da informação genética (Lehninger, 1970).

Essa lógica de divisão de conteúdos em função da natureza de tópicos é muito bem aceita até hoje, apesar de algumas pequenas variações, dependendo do ponto de vista dos autores e presente nos livros didáticos modernos (Voet; Voet, 2004; Berg; Tymoczko; Stryer, 2006; Nelson; Cox, 2004).

Mas, se a lógica da divisão de tópicos em função de sua natureza é bem aceita, pode-se dizer o mesmo dos tópicos em si? Em outras palavras, os tópicos bioquímicos compartilham de uma mesma aceitação por parte dos bioquímicos e educadores como conteúdos de igual importância frente ao ensino de bioquímica como disciplina? Certamente que não.

Existe hoje um esforço por parte de alguns educadores em mapear os conteúdos considerados mais fundamentais para o ensino de bioquímica. Isso, em tese, permite a elaboração de currículos mais eficazes onde a transmissão e o aprendizado de novas informações podem coexistir com modelos e métodos de ensino já estabelecidos, de forma que esse *novo* conhecimento complemente os pré-existentes. Ainda que as estratégias de como isso deveria ser aplicado não compartilhe a unanimidade entre os autores, a necessidade de revisões curriculares, sim (Boyer, 2000; Feldberg, 2001).

Uma tendência atual de alguns pesquisadores é a tentativa de *inventariar* conceitos considerados fundamentais para uma disciplina (Libarkin, 2008). A ideia de um *inventário de conceitos* (Hestenes; Wells; Swackhamer, 1992) baseia-se em testes de múltipla escolha desenvolvidos para avaliar se uma pessoa tem conhecimentos acurados e operantes sobre um determinado conjunto de conceitos de alguma área de conhecimento. Esses testes apresentam perguntas diretamente relacionadas com algum conceito fundamental implícito e possuem uma alternativa correta e outras incorretas baseadas em concepções alternativas mais comuns,

obtidas através de vários métodos de pesquisa. Em tese, os pesquisadores podem verificar quais os conceitos mais incompreendidos e, a partir dessas informações, elaborar uma melhor estratégia para o ensino desses conceitos. No campo das ciências biológicas, em especial a bioquímica, essa tendência também é observada. Desde 2006, pesquisadores de diversos grupos de ensino de bioquímica e biologia molecular, vinculados a *International Union of Biochemistry and Molecular Biology* (IUBMB) procuram detectar os conceitos-chave que deveriam ser interpretados como fundamentais e obrigatórios no ensino de ciências biológicas de forma geral, constituindo a base para um aprendizado mais eficiente (Howitt *et al*, 2008; Wright; Hamilton, 2008).

Determinar quais os conceitos que atualmente são considerados importantes que os alunos aprendam, parece ser um passo fundamental para uma discussão mais ampla sobre o que *deveria* ser ensinado.

Uma vez que a Bioquímica, devido à complexidade de seus tópicos e sua natureza interdisciplinar, é considerada uma disciplina complicada de ser ministrada, como o DBQ-IQ, na prática, lida com essas dificuldades?

Na USP, a Bioquímica é parte integrante da grade curricular de diversos cursos de graduação, como por exemplo, Ciências Biológicas, Educação Física, Farmácia-Bioquímica, Medicina, Nutrição, Odontologia, Medicina Veterinária, Enfermagem, Terapia Ocupacional, Fisioterapia, Ciências Moleculares e Química, sendo ministrada no ciclo básico desses cursos, inclusive como pré-requisito para outras disciplinas, de forma que inconsistências conceituais não solucionadas no curso de Bioquímica podem comprometer, não só o seu rendimento e aproveitamento em outras disciplinas, como podem também comprometer a formação profissional do aluno (Schoenmaker, 2009).

Ao se analisar o ensino de Bioquímica para turmas de graduação de diferentes áreas, como Química ou Nutrição, por exemplo, qual é o currículo mínimo que deve ser oferecido? Há um “núcleo” de conhecimento comum para os alunos de graduação ou os conhecimentos são específicos para as diferentes habilitações?

A tentativa de normatizar estes conteúdos, ou pelo menos observar o grau de padronização dos mesmos sem cercear a liberdade de opções dos professores, parece uma etapa importante no estabelecimento de diretrizes para as disciplinas de Bioquímica.

É possível estabelecer estratégias novas de ensino ao longo do tempo sem abrir mão da qualidade do ensino. Para isso, é necessário em primeiro lugar determinar qual o conteúdo que é considerado importante para que esse ensino seja considerado adequado. Verificar o que atualmente, na prática, o departamento considera importante que os alunos aprendam.

2 - OBJETIVOS

Este trabalho propõe-se a responder duas perguntas, que constituem os objetivos da pesquisa, considerando o universo das disciplinas oferecidas pelo Departamento de Bioquímica da USP.

1. Qual a extensão e a profundidade dos conteúdos comuns aos cursos básicos de Bioquímica?
2. Há (e, se houver, quais são?) conteúdos específicos para diferentes habilitações?

3 – MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

3.1 - Justificativa para o método

Para desenvolver esse trabalho, fez-se necessária a aplicação de métodos que permitam verificar e comparar os conteúdos de bioquímica de diferentes disciplinas oferecidas pelo DBQ-IQ.

Em princípio, a forma ideal de como essa verificação e comparação deveriam ser realizadas seria através do acompanhamento e registro de todas as aulas ministradas nas disciplinas de Bioquímica Básica para todos os cursos a que são oferecidas. Isso certamente ofereceria um panorama abrangente do que o corpo docente julga ser necessário à formação acadêmica de seus alunos. A consecução prática desse método, porém, é inviável. Aplicar esse método significaria mobilizar pessoal para o acompanhamento integral de todas as aulas de todas as disciplinas. Significa observar e registrar tudo que o professor discute em aula, atribuir valores a essas informações e finalmente comparar esses resultados com os de outras disciplinas oferecidas a outros cursos. Mesmo que existissem recursos para a aplicação desse método, ainda assim a sua viabilidade seria questionada, pois é compreensível que os professores viessem a sentir-se desconfortáveis com a presença de pessoal externo à disciplina, observando, registrando e julgando tudo o que eles expõem na sala de aula.

Outro método hipotético de análise de conteúdo, bem mais viável e bem menos invasivo do que o método anterior, seria entrevistar os professores das disciplinas, levantando suas opiniões sobre os conteúdos considerados ideais a serem ensinados. Esta abordagem também seria imperfeita, pois revelaria apenas

as intenções iniciais, que podem distanciar-se da situação real, por interferência das múltiplas variáveis que afetam o desenvolvimento do curso ao longo da sua execução.

Um currículo dito *ideal* representa o currículo planejado. Não corresponde, necessariamente, a um currículo plenamente satisfatório, mas sim a um currículo que, na opinião do corpo docente, é mais adequado ao que os alunos devem aprender durante o desenvolvimento do curso.

Entre o planejamento e desenvolvimento desse currículo e a conclusão do curso, os educadores têm que se adaptar a uma série de variáveis que, durante o semestre letivo, afetam e influenciam o desenvolvimento do próprio curso e, conseqüentemente, do currículo propriamente transmitido aos alunos – o chamado *currículo real*.

Variáveis das mais diversas naturezas, como reações naturais dos alunos, dos próprios professores e da instituição quanto aos conteúdos apresentados do curso, condições estruturais necessárias ao desenvolvimento do curso, uma série de possíveis imprevistos ao longo do semestre letivo e eventuais episódios de aprendizagens incidentais (Kerka, 2000) que escapam ao controle do professor podem e vão contribuir para o distanciamento entre o currículo ideal e o real.

Uma entrevista com os professores a respeito de suas opiniões sobre os conteúdos considerados ideais a serem ensinados, *na prática*, reflete apenas o currículo ideal, ou seja, a intenção inicial dos professores e não o que na sala de aula foi *realmente* ensinado – já deduzidas todas as possíveis variáveis supra citadas.

Um método adequado, por conseguinte, deve necessariamente permitir a análise dos conteúdos de bioquímica exigidos dos alunos de forma a minimizar os

efeitos de todos os eventos que ao longo do curso contribuem para o distanciamento do currículo ideal para o currículo real.

Mas, o que é um método adequado?

Que características esse método deve possuir para permitir a execução dos objetivos propostos?

Dentre todas as características desejáveis, destacam-se:

- Refletir o que foi discutido no *currículo real*.
- Possibilitar averiguar o que o corpo docente (e por consequência, o Departamento de Bioquímica) considera mais relevante, em relação a todos os tópicos abordados em aula, que o corpo discente aprenda.
- Permitir, mesmo que de forma indireta, observar o que os alunos necessitam, em termos de habilidades cognitivas, para adquirir esses conhecimentos de forma satisfatória.
- Permitir a qualificação e a quantificação dessas informações, de modo que se possa mapear de forma mais concreta o que é ensinado no Departamento de Bioquímica e como esses ensinamentos variam conforme as turmas se diferenciam e conforme o tempo passa.

No sentido de verificar um possível registro dessas aulas, há dois recursos que estão presentes em todas as disciplinas oferecidas pelo DBQ-IQ passíveis de análise: a ementa das disciplinas e as provas aplicadas no desenvolvimento do curso.

A análise de ementas logo revela-se um método muito ineficaz, pois as ementas são, por sua natureza, muito pouco eloquentes.

Isso pode ser facilmente constatado ao compararmos as ementas de duas disciplinas oferecidas pelo Departamento de Bioquímica: a QBQ0204, *Bioquímica e Biologia Molecular*, oferecida para os alunos de Odontologia e a QBQ0215, *Bioquímica: Estrutura de Biomoléculas e Metabolismo*, oferecida para os alunos de Farmácia (USP, 2010d, 2010e).

A seguir estão os textos integrais dessas respectivas ementas conforme foram disponibilizados e apresentados pelo departamento:

Disciplina: QBQ0204 - Bioquímica e Biologia Molecular – Carga Horária Total:
120 h

Programa Estrutura de Biomoléculas: Conceito de pH. Sistemas "tampão". Sistemas "tampão" fisiológicos. Noções básicas de estrutura de carboidratos. Noções básicas de estrutura e função de lipídeos e membranas biológicas. Estrutura e propriedades de aminoácidos, peptídeos e proteínas. Funções de proteínas. Propriedades de enzimas. Metabolismo: Modelo geral do metabolismo celular. Vias metabólicas: glicólise, ciclo de Krebs, cadeia de transporte de elétrons, fosforilação oxidativa, oxidação de ácidos graxos, gliconeogênese, via das pentoses, Síntese e degradação de glicogênio, biossíntese de ácidos graxos, noções gerais sobre metabolismo de aminoácidos e ciclo da ureia. Ação de hormônios (insulina, glucagon e adrenalina) nas vias metabólicas. Integração de vias metabólicas. Biologia Molecular: Estrutura de DNA e RNA. Replicação de DNA. Transcrição de DNA. Síntese de proteínas.

QBQ0215 - Bioquímica: Estrutura de Biomoléculas e Metabolismo - Carga Horária Total: 180 h

- **Programa Estrutura de Biomoléculas: Conceito de pH. Sistemas "tampão".**
Sistemas "tampão" fisiológicos. Noções básicas de estrutura de carboidratos.
Noções básicas de estrutura e função de lipídeos e membranas biológicas.
Estrutura e propriedades de aminoácidos, peptídeos e proteínas. Funções de
proteínas. Propriedades de enzimas. Banco de Dados público e sequências de
proteínas e DNA. Transdução de Sinais. Metabolismo: Modelo geral do
metabolismo celular. Vias metabólicas: glicólise, ciclo de Krebs, cadeia de
transporte de elétrons, fosforilação oxidativa, oxidação de ácidos graxos,
gliconeogênese, via das pentoses, síntese e degradação de glicogênio,
biossíntese de ácidos graxos, noções gerais sobre metabolismo de
aminoácidos e ciclo da ureia. Ação de hormônios (insulina, glucagon e
adrenalina) nas vias metabólicas. Integração de vias metabólicas.

Em relação à ementa da disciplina QBQ0215, *Bioquímica: Estrutura de Biomoléculas e Metabolismo*, os itens em negrito são essencialmente os mesmos itens encontrados no programa da ementa da disciplina QBQ0204, *Bioquímica e Biologia Molecular*. Isso por si só não é nada especial, mas ao observarmos a *carga horária* correspondente a cada uma dessas disciplinas, notamos que os docentes responsáveis pela disciplina QBQ0204, *Bioquímica e Biologia Molecular*, dispõem de apenas dois terços do tempo em relação aos docentes da disciplina QBQ0215, *Bioquímica: Estrutura de Biomoléculas e Metabolismo* para apresentar praticamente os *mesmos* conteúdos aos seus respectivos alunos.

No item Glicólise, por exemplo, assim como em todos os outros tópicos mencionados nos programas, as ementas não informam o nível de detalhamento em extensão e/ou profundidade em que essa via metabólica será tratada com os alunos, não informa também quanto tempo será disponibilizado para esse tópico em relação a outro tópico qualquer. As ementas, de forma geral, não explicitam as diferenças entre as disciplinas.

Esses textos permitem a constatação de que a análise de ementas não pode ser considerada um método adequado para verificar a extensão e a profundidade dos conteúdos comuns aos cursos básicos de Bioquímica e nem se há, na prática, conteúdos específicos para diferentes habilitações.

Os cursos oferecidos pela USP devem avaliar o rendimento escolar de seus alunos através de provas e trabalhos decorrentes de atividades previstas em aulas (USP, 1990, *artº81*) de forma que em todas as disciplinas ocorre aplicação de provas escritas, ao menos uma vez durante os seus respectivos cursos.

É prática comum, nos diversos cursos de bioquímica, a aplicação de ao menos duas ou três provas ao longo do semestre, de forma que os alunos são questionados sobre o que aprenderam a respeito do conteúdo da disciplina em mais de uma ocasião ao longo do semestre. Naturalmente, o conteúdo exigido tende a ficar gradualmente mais complexo, pois as provas do final do semestre tendem a exigir conteúdos e conceitos recentes em adição àqueles ensinados ao longo do curso.

Tanto os conteúdos, quanto a forma como esses conteúdos são exigidos dos alunos podem variar conforme o curso progride e os exames são aplicados, porém o que dificilmente se altera devido à própria natureza das provas escritas é que elas são um *reflexo direto* do que o professor ensinou em aula.

Acredita-se que os professores procuram seguir à risca o que foi proposto e planejado no início do curso, mas mesmo que esse planejamento, *na prática*, tenha sido revisto e remodelado, espera-se que apenas o que foi ensinado seja efetivamente exigido. Em outras palavras, o que é perguntado em prova reflete o *currículo real*. Dentre todos os assuntos abordados em aula, pressupõe-se que os docentes exijam dos alunos aqueles que eles próprios consideram como os mais importantes a serem aprendidos. Assim sendo, as questões de prova refletem o grau de importância que, *na prática*, os professores atribuem a cada tópico e que consideram serem os *conhecimentos centrais e fundamentais* da disciplina.

As perguntas de provas também demonstram o grau de aprofundamento de um dado tópico. Em outras palavras, o que é perguntado em prova também indica o nível em que um dado assunto foi analisado e aprofundado nas aulas.

Partindo do pressuposto de que as questões das provas aplicadas em uma disciplina constituem material de estudo de conteúdos potencialmente poderoso,

este trabalho propôs-se a investigar os conteúdos de Bioquímica vistos como centrais por meio da análise de questões de provas aplicadas em diferentes disciplinas de Bioquímica Básica oferecidas pelo Departamento.

3.2 - A classificação dos tópicos de bioquímica.

Os conteúdos de bioquímica podem ser classificados tanto pela natureza do conhecimento implícito quanto pelas características que alguns conhecimentos específicos possuem em comum com outros conhecimentos dentro de um determinado campo de estudo.

Esse tipo de classificação de conhecimentos específicos por tópicos genéricos é bastante empregada tanto na prática da bioquímica quanto na literatura especializada e, para o desenvolvimento desse trabalho, a classificação utilizada foi baseada na classificação comumente encontrada em livros acadêmicos de bioquímica como material de referência (Voet; Voet, 2004; Berg; Tymoczko; Stryer, 2006; Nelson; Cox, 2004; Marzzoco; Torres 2007).

Os tópicos mais abordados no ensino de bioquímica foram distribuídos da seguinte forma:

Tabela Modelo - Tópicos
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas
Sistema-tampão
Aminoácidos e Proteínas
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações
Enzimas e cinética enzimática
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas
Estrutura de Carboidratos
Estrutura de Lipídios
Membranas - transporte
C - Metabolismo: Vias Principais
Glicólise
Formação de Acetil-CoA
Ciclo de Krebs
Cadeia de Transporte de Elétrons
Fosforilação Oxidativa
Via das Pentoses Fosfato
Glicogênio, amido, sacarose e lactose
Gliconeogênese
Fotossíntese
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação
Nutrição - Os Substratos para as vias metabólicas
D - Regulação do Metabolismo
Metabolismo - conceitos gerais
Estratégias de Regulação do Metabolismo
Regulação das Vias Metabólicas Principais
Regulação Integrada do Metabolismo
Contração Muscular
E - Fundamentos de Biologia Molecular

Por exemplo, conhecimentos relativos às enzimas participantes da via de oxidação de acetil-CoA a CO_2 e seus mecanismos de regulação podem ser classificados genericamente como conhecimentos sobre o Ciclo de Krebs. Conhecimentos sobre diversas vias metabólicas em função de seus respectivos papéis dentro da fisiologia celular e suas enzimas, cofatores e outras moléculas correlatas podem ser classificados genericamente como conhecimentos relativos às principais vias do metabolismo.

Cada pergunta de prova, necessariamente, explora algum conhecimento que pode ser distribuído em um ou mais tópicos listados acima.

Esse trabalho analisou perguntas relativas apenas a tópicos de bioquímica básica. Conceitos sobre biologia molecular não foram incluídos por dois motivos:

- Não há ainda concordância se conhecimentos sobre biologia molecular são pertencentes ou não ao campo da bioquímica. Muitos pesquisadores defendem que se trata de uma ciência exclusiva, ao passo que outros creem que os conceitos envolvendo ácidos nucleicos são, sim, pertencentes à Bioquímica (Boyer, 2000)
- As habilitações diferem quanto aos conteúdos estudados pela biologia molecular: em alguns casos estão contemplados em disciplinas próprias e, em outros, fazem parte da disciplina de bioquímica.

Tendo acesso a um determinado número de perguntas de uma dada disciplina, pode-se verificar quais os tópicos mais abordados nessa disciplina e qual a sua recorrência. Isso é um indicativo da relevância que esses tópicos tiveram ao longo do curso. Se, por exemplo, de um número total de 24 perguntas de uma disciplina, distribuídas em três provas ao longo do curso, 5 forem sobre conceitos de fosforilação oxidativa, 3 sobre glicólise, 3 sobre ciclo de Krebs e 2 sobre gliconeogênese, podemos inferir que o professor considera bastante importante que seus alunos aprendam sobre *metabolismo: vias principais*, pois 54,16% de todas essas perguntas são classificadas dentro desse grande agrupamento de tópicos.

A observação de tópicos muito recorrentes é um indicativo de que esses tópicos foram priorizados no decorrer da disciplina. No exemplo dado acima, há mais perguntas sobre conceitos de fosforilação oxidativa do que sobre conceitos da gliconeogênese, de forma que é possível inferir que esses conceitos foram mais

aprofundados em aula. É uma forma indireta de verificar o grau de aprofundamento dos tópicos.

Sabendo a distribuição e a proporção de tópicos dentro de uma dada habilitação, é possível comparar essas informações com as de outras habilitações, permitindo assim a construção de uma tabela de tópicos em função da sua recorrência em diversos cursos. Pode-se, assim, comparar o que é exigido em cada um desses cursos e verificar se há (e quais são) conteúdos específicos para diferentes habilitações, um dos objetivos inicialmente propostos.

A análise de questões de provas não só constitui um método eficaz para análise e comparação de conteúdos de bioquímica de disciplinas e cursos distintos, mas também oferece material para a análise de como esses conteúdos são exigidos dos alunos. Em outras palavras, também é possível verificar o nível cognitivo que os alunos devem possuir para serem aprovados nesses cursos.

A análise da complexidade da operação cognitiva exigida para responder as questões revela o nível de aprofundamento pretendido pela disciplina. Questões que exigem análise, síntese e avaliação das informações aprendidas pressupõem processos cognitivos de nível mais alto e, portanto, contribuem para desenvolver a capacidade de tratar as informações de uma maneira mais autônoma e eficiente do que questões que exigem apenas memorização e compreensão, processos cognitivos de níveis mais baixos (Tsapalis; Zoller, 2003). O desenvolvimento de processos cognitivos de níveis altos só é obtido através de estratégias de ensino que habilitem os alunos a trabalhar as informações de uma forma mais ativa do que a simples exposição ao conteúdo, contribuindo para um aprendizado mais eficaz (Zoller, 1993; Lujan; DiCarlo, 2006; Wood, 2009).

3.3 - A classificação dos níveis cognitivos.

Um método bastante utilizado no meio acadêmico para a verificação dos níveis cognitivos é classificar os objetivos educacionais ou as questões de testes de acordo com critérios já estabelecidos e tradicionalmente bastante difundidos pela Taxonomia de Objetivos Educacionais de Bloom (Bloom *et al*, 1956).

A Taxonomia de Objetivos Educacionais é uma forma de *classificação do que é desejado que os alunos aprendam* e foi resultado do trabalho de uma comissão multidisciplinar de educadores de várias universidades norte americanas, liderada por Benjamin S. Bloom, na década de 1950.

A taxonomia foi desenvolvida de forma a classificar objetivos de ensino em três grandes domínios: o domínio cognitivo, o domínio afetivo e o domínio psicomotor. Para a finalidade deste trabalho, foram utilizadas as classificações dos objetivos pertencentes ao domínio cognitivo, referentes ao trabalho intitulado "Taxonomy of educational objectives: Handbook I, The cognitive domain." que foi o primeiro a ser publicado (Bloom *et al*, 1956).

Segundo Lorin Anderson, um ex-aluno de Benjamin Bloom, a Taxonomia sobreviveu à prova do tempo (Anderson; Sosniak, 1994; Anderson; Krathwohl, 2001), sendo uma das mais amplamente aplicadas e citada referência em educação, sendo utilizada em inúmeros contextos que vão desde “treinamento de corrosão até preparações médicas” (Forehand, 2005).

A classificação de questões de provas pela Taxonomia dos Objetivos Educacionais para análise de currículo vem sendo praticada na área de ciências

(Karamustafaoğlu *et al*, 2003; Crowe; Dirks; Wenderoth, 2008; Zheng *et al*, 2008; Jones, 2009) com o intuito de verificar a relação entre os níveis cognitivos exigidos dos alunos e o seu grau de aprendizagem. Nesses trabalhos, de forma geral, os autores procuram demonstrar que há descompasso entre o que é esperado que os alunos saibam e o que realmente é verificado nas avaliações desses alunos. Observam que os alunos que são estimulados a lidar com informações em níveis cognitivos mais altos possuem desempenhos acadêmicos melhores, com uma melhora consequente na retenção dessas informações, ao passo que os alunos que não passam por esse processo apresentam dificuldades em aplicar essas informações em contextos que exigem habilidades mais complexas que a memorização dessas informações. Esses autores preconizam que deve haver um esforço maior por parte das instituições de ensino em estimular seus alunos a trabalhar com conhecimentos em níveis cognitivos mais altos, uma vez que os alunos, necessariamente, abordam esses conhecimentos de uma maneira mais engajada e ativa.

A Taxonomia permite classificar os objetivos de ensino em função da complexidade cognitiva exigida, em categorias que são organizadas em um gradiente que vai desde os processos mentais mais simples como, por exemplo, a memorização das informações até processos mais complexos e abstratos como, por exemplo, avaliação.

A classificação dos objetivos no domínio cognitivo é distribuída em seis níveis que, usualmente, são apresentados numa sequência que vai do mais simples (Conhecimento) ao mais complexo (Avaliação), de modo que cada nível utiliza as capacidades adquiridas nos níveis anteriores, de forma progressiva e

interdependente, de maneira que a consecução de um objetivo educacional em um determinado nível depende de níveis menos complexos. O diagrama abaixo apresenta esses seis níveis em ordem crescente de complexidade cognitiva:

A cada um desses níveis, está relacionado um conjunto de habilidades cognitivas – geralmente descritas por verbos – que, quando expressas através de atividades desempenhadas pelos alunos, classificam a operação intelectual em um determinado nível cognitivo.

O primeiro, e mais simples nível da Taxonomia é o nível de *Conhecimento*.

Nesse nível, o objetivo esperado dos alunos é basicamente verificar o que o indivíduo já sabe. Inclui comportamentos em situações de verificação, onde há a identificação e evocação de informações, por reconhecimento ou memória. Está geralmente associado a verbos como: *Defina, descreva, identifique, etc.*

Um exemplo de pergunta*, observada no desenvolvimento desse trabalho, no nível de Conhecimento:

* As perguntas aqui exemplificadas foram retiradas das questões de provas analisadas, com exceção da pergunta no nível de Avaliação.

Mostrar as razões (pelo menos quatro) que impedem a síntese de ácidos graxos no fígado durante os períodos de jejum.

O próximo nível, um pouco mais complexo que Conhecimento é o nível de *Compreensão*.

Esse nível refere-se a objetivos ou respostas que representam um entendimento da mensagem contida em uma comunicação. O aluno organiza e seleciona fatos e ideias de modo que seja possível representá-los em uma forma análoga que lhe é mais significativa ou estabelecer relações de causa efeito a ela relacionadas, utilizando-a em um contexto diferente do aprendido. O aluno imprime *significado* às informações. Está geralmente associado a solicitações como: *Esquematize, calcule, descreva de forma sucinta, etc*

Um exemplo de pergunta no nível de Compreensão:

a) Desenhe a estrutura do peptídeo Ala-Lys-Gly-Glu em pH 7. Indique nessa estrutura a ligação peptídica, o N-terminal e o C-terminal. (consulte a Tabela 3-1 em anexo). b) Qual é a carga líquida do peptídeo em pH 1 e em pH 12.

O terceiro nível, um pouco mais complexo que Compreensão é o nível de *Aplicação*.

Esse nível é exigido para a solução de problemas *novos* ao aluno. Situações que exigem a aplicação de abstrações apropriadas sem que lhe tenham sido sugeridas quais e como essas abstrações devem ser utilizadas. Esse nível requer análise da relevância de uma informação de caráter geral para uma situação

específica e, sobretudo, nova ao aluno. Está geralmente associado a questões que contenham as instruções de: *Explique como, demonstre, como se explica*, etc.

Um exemplo de pergunta no nível de Aplicação:

Qual o possível efeito da ingestão acidental de quantidades significativas de atractilosídeo (inibidor da translocase ATP/ADP mitocondrial) sobre a velocidade da cadeia de transporte de elétrons?

O quarto nível, mais complexo que Aplicação, é o nível de *Análise*.

A Análise relaciona-se com processos focados no desdobramento da informação em suas partes constitutivas, a percepção de suas inter-relações e os modos de organização. É a separação do *todo* em partes, os alunos devem identificar essas partes e entender a relação entre elas e a sua relevância para a resolução do problema. O nível de Análise está relacionado a solicitações como: *Compare, classifique, diferencie*, etc.

Um exemplo de pergunta no nível de Análise:

Compare o recebimento de oxigênio nos grupos musculares dos dois braços (um em repouso, outro em constante movimento), indicando razões bioquímicas que tornam o recebimento de oxigênio diferente.

O quinto nível, mais complexo que Análise, é o de *Síntese*.

A Síntese associa-se a processos que requerem o desmembramento da informação em elementos, seguido do seu reagrupamento para compor um conjunto novo e bem caracterizado. É a combinação de ideias para formar um novo conjunto

– a construção de um novo conhecimento sobre o conhecimento existente, de forma original. Geralmente implica em uma recombinação de partes examinadas em experiência anterior com materiais novos, os quais são reorganizados em um todo novo e bem integrado. O nível de Síntese está relacionado à formulação de *hipóteses*.

Um exemplo de pergunta no nível de Síntese:

O gráfico abaixo apresenta o resultado de alguns parâmetros, medidos em um atleta que treinava para uma corrida de 1.500 m, ao longo de algumas semanas do seu treinamento. Faça uma hipótese explicativa para os resultados apresentados no gráfico, com base na dieta ingerida pelo atleta.

O sexto e último nível da Taxonomia dos Objetivos Educacionais é o nível de *Avaliação*.

Esse nível associa-se a processos que requerem a construção e elaboração de critérios para a averiguação e confronto de teorias, dados e informações. Nesse nível, há o desenvolvimento de opiniões, julgamentos e decisões, baseados em critérios que podem ser inerentes ao objeto avaliado ou externos a este. O nível de avaliação está relacionado à atribuição de *valores* às informações.

Um exemplo de pergunta no nível de avaliação:

Qual (quais) seria(m) o(s) método(s) mais adequado(s) para um laboratório produzir insulina?

Ao longo dos anos, os níveis foram frequentemente representados como uma escada, levando muitos educadores a estimular seus alunos a “escalar para um nível mais alto de pensamento” (Forehand, 2005). A taxonomia é tradicionalmente vista como hierárquica, de forma que, se um aluno é capaz de trabalhar com um material em um nível mais alto, é porque também sabe trabalhar com esse material em níveis mais baixos. Isso levou a uma divisão natural entre “pensar” em um nível cognitivo *baixo* ou *alto* (*Ibid*).

Tradicionalmente, os três primeiros níveis – *Conhecimento*, *Compreensão* e *Aplicação* são vistos como níveis baixos e os três seguintes – *Análise*, *Síntese* e *Avaliação* são vistos como níveis altos. Atualmente, existem autores que tratam de níveis baixos os níveis de Conhecimento e Compreensão e níveis altos os restantes (Zoller, 1993; Crowe; Dirks; Wenderoth, 2008), pois a partir de Aplicação, os processos cognitivos passam a lidar com informações novas ao alunos, ao passo que os dois primeiros níveis estão relacionados a informações já aprendidas. Neste trabalho, o termo processos cognitivos de *níveis baixos*, correspondem aos processos mais simples de Conhecimento e/ou Compreensão e o termo processos cognitivos de *níveis altos* correspondem aos processos mais complexos de Aplicação, Análise, Síntese e/ou Avaliação.

Em 2001, foi publicada uma revisão da Taxonomia (Anderson; Krathwohl, 2001) com o intuito de atualizar o conteúdo da obra. As mudanças propostas envolvem alterações na terminologia utilizada, onde os substantivos Conhecimento, Compreensão, Aplicação, Análise, Síntese e Avaliação foram substituídos por *Lembrar*, *Compreender*, *Aplicar*, *Analisar*, *Avaliar* e *Criar*^{*}, de forma que os dois

* Livre tradução do original em Inglês

níveis mais complexos, da Taxonomia original para a revisada trocaram de posição. Outra mudança proposta foi uma alteração estrutural. Na Taxonomia revisada, há duas dimensões para a classificação de Objetivos Educacionais: A dimensão do conhecimento – Factual, Conceitual, Procedimental e Metacognitivo e a dimensão dos níveis cognitivos, de forma que os Objetivos podem ser classificados em uma tabela bidimensional. Uma outra mudança proposta foi na ênfase dada ao planejamento e instrução curricular, de forma que a Taxonomia revisada destina-se a uma audiência maior e mais diversificada do que a original.

Neste trabalho foi utilizada a Taxonomia original ao invés da revisada por duas razões: A Taxonomia revisada ainda é muito recente comparada com a original, de modo que esta última tem muita aplicação na literatura especializada nas mais diversas áreas há muito tempo. A tradição de uso da Taxonomia original foi um fator significativo para a sua adoção no presente trabalho. O outro fator que influenciou na escolha foi que a elaboração da Taxonomia revisada fornece mais clareza e elementos para o desenvolvimento e planejamento de Objetivos Educacionais ao passo que para a verificação dos níveis exigidos, a aplicação desejada no presente trabalho, a Taxonomia original é mais objetiva.

Neste trabalho, todas as menções à Taxonomia de Bloom, referem-se à primeira versão da Taxonomia dos Objetivos Educacionais.

3.4 - A aplicação do método.

As provas foram coletadas e suas questões analisadas, o que permitiu o estabelecimento de um banco de dados e a classificação das questões de acordo

com (1) os tópicos de que tratam as questões e (2) o nível cognitivo que as questões exigem, medido pela Taxonomia de Objetivos Educacionais de Bloom.

Deve ser ressaltado que esta análise não pretende e nem permite a avaliação da qualidade ou da extensão do ensino oferecido, muito menos o grau de desempenho dos alunos nem das disciplinas com relação a esses conteúdos, mas apenas a natureza das questões propostas nas provas aplicadas. Em posse dos resultados obtidos, o corpo docente pode verificar o que atualmente é considerado fundamental que os alunos saibam e assim, iniciar a discussão da necessidade ou não do estabelecimento de um currículo mínimo.

A análise das questões exigiu o estabelecimento de alguns critérios mínimos. Foi necessário um planejamento e uma padronização de como essas perguntas seriam analisadas, pois apesar da recorrência de tópicos, a forma como eram apresentadas aos alunos poderia variar consideravelmente e uma análise mais descuidada afetaria diretamente o estudo.

É importante salientar que não houve acesso à forma de instrução aplicada nas disciplinas. Também não houve acesso às respostas consideradas corretas, seja por parte dos docentes, seja por parte dos alunos, de forma que o material de estudo foi constituído apenas das questões de provas. A forma como elas foram apresentadas para a elaboração desse trabalho foi a forma como foram apresentadas aos alunos. Não foi objetivo deste trabalho avaliar o nível do ensino e/ou do aprendizado. Apenas verificar o que foi considerado importante que os alunos de cada curso soubessem sobre bioquímica.

Dentro de uma mesma disciplina, algumas perguntas variavam muito pouco entre si, pois foram formuladas em função do mesmo conteúdo apresentado em aula, variando apenas a turma e o período em que foram apresentadas - diurno ou

noturno. Sendo assim, para as questões dessa natureza, foram escolhidas apenas as oferecidas em um desses períodos para a elaboração desse trabalho. Da mesma forma, em algumas questões, o que variava era apenas alguns valores numéricos, sendo que o conteúdo exigido e o raciocínio necessário para a solução do problema eram basicamente os mesmos. Para as perguntas dessa natureza, foi escolhida uma representante desse tipo de situação.

Independente da disciplina, as perguntas que contêm subdivisões (item A, B, C, etc...), em relação aos critérios de classificação por níveis cognitivos, foram analisadas como um todo, ou seja, todas as eventuais subdivisões foram analisadas como se formassem uma pergunta só, predominando a classificação que exige um nível de cognição mais complexo segundo a Taxonomia. Em relação aos tópicos de bioquímica, as subdivisões foram consideradas como perguntas independentes. Por exemplo, uma dada questão oferece duas perguntas implícitas: item A e item B. Se o item B exige um nível cognitivo mais alto que o item A para resolução, frente à classificação pela Taxonomia, essa questão, como um todo, é interpretada como uma questão representativa desse nível mais alto, porém se os tópicos bioquímicos são distintos em cada um desses itens, essa questão foi interpretada como duas perguntas, ao invés de uma.

4 - RESULTADOS

Os tópicos observados em cada pergunta foram correlacionados com o nível cognitivo correspondente (Tabela 1 – Tópicos x níveis cognitivos). Esta tabela apresenta uma lista de tópicos e sua classificação baseada na Taxonomia de Objetivos Educacionais de Bloom. Nessa Tabela observa-se o tópico implícito (linhas) com o correspondente nível cognitivo exigido (colunas) para a resolução da questão.

Os numerais romanos na primeira linha representam os níveis cognitivos segundo a Taxonomia.

I) representa *Conhecimento*

II) representa *Compreensão*

III) representa *Aplicação*

IV) representa *Análise*

V) representa *Síntese*

VI) representa *Avaliação*

Nas casas, computamos os números que representam a quantidade de questões observadas referentes a um determinado tópico com o nível cognitivo correspondente necessário à resolução da pergunta.

Tabela 1 - Modelo - tópicosXnível cognitivo	I	II	III	IV	V	VI
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	0	0	0	0	0	0
Sistema-tampão						
Aminoácidos e Proteínas						
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma						
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações						
Enzimas e cinética enzimática						
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	0	0	0	0	0	0
Estrutura de Carboidratos						
Estrutura de Lipídios						
Membranas - transporte						
C - Metabolismo: Vias Principais	0	0	0	0	0	0
Glicólise						
Formação de Acetil-CoA						
Ciclo de Krebs						
Cadeia de Transporte de Elétrons						
Fosforilação Oxidativa		X				
Via das Pentoses Fosfato						
Glicogênio, amido, sacarose e lactose						
Gliconeogênese						
Fotossíntese						
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação						
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação						
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas						
D - Regulação do Metabolismo	0	0	0	0	0	0
Metabolismo - conceitos gerais						
Estratégias de Regulação do Metabolismo						
Regulação das Vias Metabólicas Principais						
Regulação Integrada do Metabolismo						
Contração Muscular						
E - Fundamentos de Biologia Molecular						

Por exemplo, o **X** na Tabela significa que foram observadas X perguntas sobre fosforilação oxidativa, no nível de *Compreensão*.

As linhas amarelas representam agrupamentos de tópicos em função da sua natureza comum. Por exemplo, *Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas* representa uma generalização e somatória dos tópicos *estrutura de carboidratos*, *estrutura de lipídios* e *membranas – transporte*, no sentido de que os três têm aspectos estruturais como uma de suas naturezas centrais.

Isso ocorre com todos os agrupamentos de tópicos representados pela linha amarela. Englobam e representam os tópicos subsequentes em função de seus elementos em comum.

Nos gráficos subsequentes, esses agrupamentos serão representados por letras:

- A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas
- B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas
- C – Metabolismo: Vias Principais
- D – Regulação do Metabolismo
- E – Fundamentos de Biologia Molecular

Este modelo de tabela nos possibilita verificar a quantidade de vezes que um determinado tópico é referido, ou seja, a sua recorrência. Pode ocorrer, por exemplo, de observarmos duas perguntas de Conhecimento sobre fosforilação oxidativa e uma de Aplicação do mesmo tópico, de maneira que observamos um total de três perguntas sobre fosforilação oxidativa.

O modelo de Tabela 2 (Tópicos) apresenta nas linhas as mesmas estruturas de tópicos apresentadas no modelo da Tabela 1, porém com apenas duas colunas: A primeira em destaque, contendo a quantidade total de perguntas para cada tópico observado, e uma segunda coluna contendo a *porcentagem* que cada um desses tópicos verificados representa em relação ao total de perguntas da disciplina.

Tabela 2 - Modelo - Tópicos	disciplina	% do total
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas		
Sistema-tampão		
Aminoácidos e Proteínas		
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma		
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações		
Enzimas e cinética enzimática		
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas		
Estrutura de Carboidratos		
Estrutura de Lipídios		
Membranas - transporte		
C - Metabolismo: Vias Principais	3X+Y	$(3x+y).100/(3x+y+z)$
Glicólise	2X	$2X.100/(3x+y+z)$
Formação de Acetil-CoA	X	$X.100/(3x+y+z)$
Ciclo de Krebs	Y	$Y.100/(3x+y+z)$
Cadeia de Transporte de Elétrons		
Fosforilação Oxidativa		
Via das Pentoses Fosfato		
Glicogênio, amido, sacarose e lactose		
Gliconeogênese		
Fotossíntese		
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação		
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação		
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas		
D - Regulação do Metabolismo	Z	$Z.100/(3x+y+z)$
Metabolismo - conceitos gerais	Z	$Z.100/(3x+y+z)$
Estratégias de Regulação do Metabolismo		
Regulação das Vias Metabólicas Principais		
Regulação Integrada do Metabolismo		
Contração Muscular		
E - Fundamentos de Biologia Molecular		
total	3X+Y+Z	100%
porcentagem de perguntas com caráter químico/estrutural		$(A+B).100/(3x+y+z)$
porcentagem de perguntas com caráter metabólico		$(C+D).100/(3x+y+z)$

Por exemplo, **X**, **Y** e **Z** representam a quantidade de vezes que determinados tópicos são observados (primeira coluna, em destaque). Nos agrupamentos de tópicos, observa-se a soma dos mesmos em função de sua natureza (linhas amarelas). Segundo o número total de tópicos, pode-se fazer o cálculo da

distribuição e verificar qual a porcentagem de representatividade desses tópicos em função de sua ocorrência (segunda coluna). No caso acima, temos como exemplo, duas perguntas de *glicólise* (representada por 2X), uma de *formação de acetil-CoA* (representada por X), uma de *ciclo de Krebs* (representada por Y) e uma de *conceitos gerais de metabolismo* (representada por Z).

Os dois primeiros agrupamentos de tópicos - *Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas e Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas*, representam tópicos com um caráter mais químico/estrutural e os dois seguintes - *Metabolismo: Vias Principais e Regulação do Metabolismo*, representam tópicos com um caráter mais metabólico. O último agrupamento - *Fundamentos de Biologia Molecular* - representa os tópicos observados relacionados a conceitos de biologia molecular, que não foram analisados neste trabalho.

Com raciocínio análogo, é possível verificar a porcentagem de ocorrência de perguntas com caráter químico/estrutural e metabólico dentro da disciplina analisada.

O modelo da Tabela 1 também possibilita verificar em um nível mais aprofundado a predominância dos níveis cognitivos exigidos – seja em cada tópico observado (observação direta da Tabela), em cada agrupamento de tópicos (observando os valores das linhas amarelas de cada coluna) ou na disciplina como um todo (somando os valores das linhas amarelas de todas as colunas). Com esses dados, é possível verificar a representatividade de cada nível tanto nas perguntas com caráter químico/estrutural, quanto nas com caráter metabólico e, conseqüentemente, a sua representatividade dentro da disciplina como um todo.

Essa forma de análise permite, portanto, verificar a extensão e a profundidade dos conteúdos comuns aos cursos básicos de Bioquímica, através da observação

dos tópicos implícitos e a forma como eles são pedidos e se há (e quais são) conteúdos específicos para diferentes habilitações. Pressupõe-se que tópicos exigidos através de questões com níveis cognitivos mais altos sejam fruto de uma abordagem diferenciada em aula, oriunda de estratégias de ensino mais voltadas para uma aprendizagem ativa.

No presente trabalho, foram analisadas 382 questões de provas oriundas de disciplinas voltadas para oito cursos distintos – Biologia, Enfermagem, Farmácia, Medicina, Nutrição, Odontologia, Química e Esportes.

Os resultados observados nas disciplinas para cada um dos cursos citados acima e depois uma análise comparativa de todos serão apresentados a seguir.

4.1 – Biologia

Foram analisadas 34 questões de provas para o curso de biologia.

Essas 34 questões englobavam 46 tópicos no total, ou seja, essas 34 *questões* de provas abrangem 46 *perguntas* em função dos tópicos abordados.

Tabela 3 - Biologia - tópicosXníveis cognitivos	I	II	III	IV	V	VI
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	8	11	3	1	0	0
Sistema-tampão		1				
Aminoácidos e Proteínas	2	3		1		
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma						
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações	2	5	3			
Enzimas e cinética enzimática	4	2				
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	0	1	0	0	0	0
Estrutura de Carboidratos						
Estrutura de Lipídios						
Membranas - transporte		1				
C - Metabolismo: Vias Principais	9	6	4	0	0	0
Glicólise			1			
Formação de Acetil-CoA						
Ciclo de Krebs	1	2	1			
Cadeia de Transporte de Elétrons	2	2				
Fosforilação Oxidativa			1			
Via das Pentoses Fosfato						
Glicogênio, amido, sacarose e lactose						
Gliconeogênese			1			
Fotossíntese	3	1				
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	1					
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação	2	1				
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas						
D - Regulação do Metabolismo	1	1	1	0	0	0
Metabolismo - conceitos gerais						
Estratégias de Regulação do Metabolismo	1					
Regulação das Vias Metabólicas Principais		1	1			
Regulação Integrada do Metabolismo						
Contração Muscular						
E - de Biologia Molecular						
total de perguntas por nível cognitivo	18	19	8	1	0	0

A disposição de perguntas na tabela possibilita verificar quais e quantas vezes cada tópico foi abordado, assim como os respectivos níveis cognitivos exigidos para a resolução das questões.

Ao agruparmos todos os tópicos em uma só coluna – Tabela 4 – podemos observar a sua recorrência na disciplina.

Tabela 4 - Biologia - número de perguntas por tópico	biologia	% do total
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	23	50,00
Sistema-tampão	1	2,17
Aminoácidos e Proteínas	6	13,04
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma	0	0,00
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações	10	21,74
Enzimas e cinética enzimática	6	13,04
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	1	2,17
Estrutura de Carboidratos	0	0,00
Estrutura de Lipídios	0	0,00
Membranas - transporte	1	2,17
C - Metabolismo: Vias Principais	19	41,30
Glicólise	1	2,17
Formação de Acetil-CoA	0	0,00
Ciclo de Krebs	4	8,70
Cadeia de Transporte de Elétrons	4	8,70
Fosforilação Oxidativa	1	2,17
Via das Pentoses Fosfato	0	0,00
Glicogênio, amido, sacarose e lactose	0	0,00
Gliconeogênese	1	2,17
Fotossíntese	4	8,70
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	1	2,17
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação	3	6,52
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas	0	0,00
D - Regulação do Metabolismo	3	6,52
Metabolismo - conceitos gerais	0	0,00
Estratégias de Regulação do Metabolismo	1	2,17
Regulação das Vias Metabólicas Principais	2	4,35
Regulação Integrada do Metabolismo	0	0,00
Contração Muscular	0	0,00
E - Fundamentos de Biologia Molecular	0	0,00
total	46	
porcentagem de perguntas com caráter químico/estrutural		52,17
porcentagem de perguntas com caráter metabólico		47,83

Observando a Tabela 4, pode-se verificar que a maior parte das perguntas analisadas correspondem a conceitos químico/estruturais, com 52,17%.

Os tópicos mais recorrentes são os relacionados com conceitos básicos, proteínas e enzimas, correspondendo a 50% de todos os tópicos pedidos. O tópico mais recorrente de todas essas questões é relacionado com termodinâmica,

processos de óxidorredução e o sentido das reações, correspondendo a 21,74% de todas as perguntas.

Somando os valores de cada coluna (níveis cognitivos), verifica-se qual desses níveis foi o mais recorrente e se há ou não alguma diferença de abordagem cognitiva em função da natureza dos tópicos implícitos nas perguntas – natureza mais química/estrutural ou mais metabólica.

Ao discriminar todos os níveis cognitivos observados em um gráfico de porcentagens, verifica-se que há uma predominância muito grande dos dois primeiros níveis segundo a Taxonomia de Bloom.

Nível Cognitivo	Número de perguntas
Conhecimento	18
Compreensão	19
Aplicação	8
Análise	1
Síntese	0
Avaliação	0
total	46
%Níveis Baixos	80,43
%Níveis Altos	19,57

A soma das perguntas de Conhecimento e Compreensão (níveis baixos) equivale a mais de 80% de todas as perguntas.

A Tabela 3 também fornece condições de verificar quais os níveis predominantes em cada agrupamento de tópicos.

Grafico 2 - Distribuição dos níveis cognitivos em função dos agrupamentos de tópicos - Biologia

Este gráfico nos mostra que há um ligeiro aumento nos níveis à medida que passamos de conteúdos de natureza mais química para conteúdos de natureza mais metabólica.

4.2 - Enfermagem

Foram analisadas 49 questões de provas para o curso de enfermagem.

Essas 49 questões englobavam 55 tópicos no total, ou seja, essas 49 questões de provas abrangem 55 perguntas em função dos tópicos abordados.

Tabela 5 - Enfermagem - tópicosXníveis cognitivos	I	II	III	IV	V	VI
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	11	1	0	0	0	0
Sistema-tampão	3					
Aminoácidos e Proteínas	6					
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma	1					
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações						
Enzimas e cinética enzimática	1	1				
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	6	0	0	0	0	0
Estrutura de Carboidratos	3					
Estrutura de Lipídios	2					
Membranas - transporte	1					
C - Metabolismo: Vias Principais	13	0	0	0	0	0
Glicólise	2					
Formação de Acetil-CoA						
Ciclo de Krebs	1					
Cadeia de Transporte de Elétrons	2					
Fosforilação Oxidativa						
Via das Pentoses Fosfato						
Glicogênio, amido, sacarose e lactose						
Gliconeogênese						
Fotossíntese						
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	4					
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação	3					
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas	1					
D - Regulação do Metabolismo	10	1	0	1	1	0
Metabolismo - conceitos gerais	3			1		
Estratégias de Regulação do Metabolismo	3					
Regulação das Vias Metabólicas Principais	3	1			1	
Regulação Integrada do Metabolismo	1					
Contração Muscular						
E - Fundamentos de Biologia Molecular	6	2	1	2	0	0
total de perguntas por nível cognitivo	46	4	1	3	1	0

Nas disciplinas de Bioquímica Básica oferecidas para as turmas de enfermagem, houve questões de provas voltadas para conceitos de biologia molecular. Essas questões foram consideradas em função da complexidade cognitiva exigida apenas para efeito de comparação com as questões mais tradicionais de bioquímica. Este trabalho não tinha o objetivo de classificar essas primeiras questões com o mesmo rigor empregado nessas últimas.

Tabela 6 - Enfermagem - número de perguntas por tópico	Enfermagem	% do Total
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	12	21,82
Sistema-tampão	3	5,45
Aminoácidos e Proteínas	6	10,91
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma	1	1,82
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações	0	0,00
Enzimas e cinética enzimática	2	3,64
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	6	10,91
Estrutura de Carboidratos	3	5,45
Estrutura de Lipídios	2	3,64
Membranas - transporte	1	1,82
C - Metabolismo: Vias Principais	13	23,64
Glicólise	2	3,64
Formação de Acetil-CoA	0	0,00
Ciclo de Krebs	1	1,82
Cadeia de Transporte de Elétrons	2	3,64
Fosforilação Oxidativa	0	0,00
Via das Pentoses Fosfato	0	0,00
Glicogênio, amido, sacarose e lactose	0	0,00
Gliconeogênese	0	0,00
Fotossíntese	0	0,00
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	4	7,27
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação	3	5,45
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas	1	1,82
D - Regulação do Metabolismo	13	23,64
Metabolismo - conceitos gerais	4	7,27
Estratégias de Regulação do Metabolismo	3	5,45
Regulação das Vias Metabólicas Principais	5	9,09
Regulação Integrada do Metabolismo	1	1,82
Contração Muscular	0	0,00
E - Fundamentos de Biologia Molecular	11	20,00
total	55	
porcentagem de perguntas com caráter químico/estrutural		32,73
porcentagem de perguntas com caráter metabólico		47,27
porcentagem de perguntas de biologia molecular		20,00

Observando a Tabela 6, pode-se verificar que a maior parte das perguntas analisadas corresponde a conceitos metabólicos, com 47,27%.

Os tópicos mais recorrentes são os relacionados com metabolismo: vias principais e regulação do metabolismo, correspondendo a um pouco menos que a

metade de todos os tópicos pedidos (47,28%), porem, mesmo com essa predominância de tópicos de caráter metabólico, o tópico mais recorrente de todas essas questões é relacionado com conceitos básicos de aminoácidos e proteínas, correspondendo a 10,91% de todas as perguntas.

As perguntas de biologia molecular presentes nessas questões correspondem a um quinto de todas as perguntas.

Ao discriminar todos os níveis cognitivos observados em um gráfico de porcentagens, verificamos que há uma predominância muito grande dos dois primeiros níveis segundo a Taxonomia de Bloom.

Nível Cognitivo	Número de perguntas
Conhecimento	46
Compreensão	4
Aplicação	1
Análise	3
Síntese	1
Avaliação	0
total	55
%Níveis Baixos	90,91
%Níveis Altos	9,09

A soma das perguntas de Conhecimento e Compreensão (níveis baixos) equivale a mais de 90% de todas as perguntas.

A Tabela 5 também fornece condições de verificar quais os níveis predominantes em cada agrupamento de tópicos.

Gráfico 4 - Distribuição dos níveis cognitivos em função dos agrupamentos de tópicos - Enfermagem

Este gráfico também mostra que há um ligeiro aumento nos níveis à medida que passamos de conteúdos de natureza mais química para conteúdos de natureza mais metabólica, sendo que esse aumento é mais notável quando os conteúdos passam a tratar de biologia molecular.

4.3 - Farmácia

Foram analisadas 44 questões de provas para o curso de Farmácia.

Essas 44 questões englobavam 50 tópicos no total, ou seja, essas 44 questões de provas abrangem 50 perguntas em função dos tópicos abordados.

Tabela 7 - Farmácia - tópicosXnível cognitivo	I	II	III	IV	V	VI
A - Básicos, Proteínas e Enzimas	3	10	4	1	0	0
Sistema-tampão						
Aminoácidos e Proteínas	2	5	2			
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma		2	1			
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações						
Enzimas e cinética enzimática	1	3	1	1		
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	1	2	0	0	0	0
Estrutura de Carboidratos	1					
Estrutura de Lipídios		2				
Membranas - transporte						
C - Metabolismo: Vias Principais	1	3	3	0	0	0
Glicólise						
Formação de Acetil-CoA						
Ciclo de Krebs						
Cadeia de Transporte de Elétrons		1	2			
Fosforilação Oxidativa			1			
Via das Pentoses Fosfato						
Glicogênio, amido, sacarose e lactose						
Gliconeogênese						
Fotossíntese						
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	1					
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação		1				
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas		1				
D - Regulação do Metabolismo	3	16	3	0	0	0
Metabolismo - conceitos gerais		10	2			
Estratégias de Regulação do Metabolismo						
Regulação das Vias Metabólicas Principais	1	2				
Regulação Integrada do Metabolismo	2	4	1			
Contração Muscular						
E - Fundamentos de Biologia Molecular						
total de perguntas por nível cognitivo	8	31	10	1	0	0

Tabela 8 - Farmácia - número de perguntas por tópico	farmácia	% do total
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	18	36,00
Sistema-tampão	0	0,00
Aminoácidos e Proteínas	9	18,00
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma	3	6,00
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações	0	0,00
Enzimas e cinética enzimática	6	12,00
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	3	6,00
Estrutura de Carboidratos	1	2,00
Estrutura de Lipídios	2	4,00
Membranas - transporte	0	0,00
C - Metabolismo: Vias Principais	7	14,00
Glicólise	0	0,00
Formação de Acetil-CoA	0	0,00
Ciclo de Krebs	0	0,00
Cadeia de Transporte de Elétrons	3	6,00
Fosforilação Oxidativa	1	2,00
Via das Pentoses Fosfato	0	0,00
Glicogênio, amido, sacarose e lactose	0	0,00
Gliconeogênese	0	0,00
Fotossíntese	0	0,00
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	1	2,00
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação	1	2,00
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas	1	2,00
D - Regulação do Metabolismo	22	44,00
Metabolismo - conceitos gerais	12	24,00
Estratégias de Regulação do Metabolismo	0	0,00
Regulação das Vias Metabólicas Principais	3	6,00
Regulação Integrada do Metabolismo	7	14,00
Contração Muscular	0	0,00
E - Fundamentos de Biologia Molecular	0	0,00
total	50	
porcentagem de perguntas com caráter químico/estrutural		42,00
porcentagem de perguntas com caráter metabólico		58,00

Observando a Tabela 8, pode-se ver que a maior parte das perguntas analisadas correspondem a conceitos metabólicos, com 58%.

Os tópicos mais recorrentes são os relacionados com regulação do metabolismo, correspondendo a um pouco menos que a metade de todos os tópicos

pedidos (44%). O tópico mais recorrente de todas essas questões é relacionado com conceitos gerais do metabolismo, correspondendo a 24% de todas as perguntas.

Ao discriminar todos os níveis cognitivos observados em um gráfico de porcentagens, verificamos que há uma predominância muito grande dos dois primeiros níveis segundo a Taxonomia de Bloom.

Nível Cognitivo	Número de perguntas
Conhecimento	8
Compreensão	31
Aplicação	10
Análise	1
Síntese	0
Avaliação	0
total	50
% Níveis Baixos	78,00
% Níveis Altos	22,00

A soma das perguntas de Conhecimento e Compreensão (níveis baixos) equivale a 78% de todas as perguntas.

A Tabela 7 também nos fornece condições de verificarmos quais os níveis observados predominantes em cada agrupamento de tópicos.

Gráfico 6 - Distribuição dos níveis cognitivos em função dos agrupamentos de tópicos - Farmácia

Este gráfico mostra que há uma ligeira tendência de aumento nos níveis cognitivos, tanto nas perguntas de natureza química quanto para perguntas de natureza mais metabólica, porém, ainda assim a proporção de níveis mais baixos é bem maior do que de níveis mais altos.

4.4 - Medicina

Foram analisadas 54 questões de provas para o curso de Medicina.

Essas 54 questões englobavam 71 tópicos no total, ou seja, essas 54 *questões* de provas abrangem 71 *perguntas* em função dos tópicos abordados.

Tabela 9 - Medicina - tópicosXníveis cognitivos	I	II	III	IV	V	VI
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	5	14	7	1	0	0
Sistema-tampão	1		1			
Aminoácidos e Proteínas	2	6	2	1		
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma	2	3	2			
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações						
Enzimas e cinética enzimática		5	2			
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	0	1	0	0	0	0
Estrutura de Carboidratos						
Estrutura de Lipídios		1				
Membranas - transporte						
C - Metabolismo: Vias Principais	6	6	3	1	0	0
Glicólise						
Formação de Acetil-CoA						
Ciclo de Krebs						
Cadeia de Transporte de Elétrons			1			
Fosforilação Oxidativa		1				
Via das Pentoses Fosfato				1		
Glicogênio, amido, sacarose e lactose	1					
Gliconeogênese	1					
Fotossíntese						
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	2	4	2			
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação	2					
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas		1				
D - Regulação do Metabolismo	18	5	3	1	0	0
Metabolismo - conceitos gerais	6	1		1		
Estratégias de Regulação do Metabolismo	1					
Regulação das Vias Metabólicas Principais	5	2	1			
Regulação Integrada do Metabolismo	6	2	2			
Contração Muscular						
E - Fundamentos de Biologia Molecular						
total de perguntas por nível cognitivo	29	26	13	3	0	0

Tabela 10 - Medicina - número de perguntas por tópico	medicina	% do total
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	27	38,03
Sistema-tampão	2	2,82
Aminoácidos e Proteínas	11	15,49
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma	7	9,86
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações	0	0,00
Enzimas e cinética enzimática	7	9,86
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	1	1,41
Estrutura de Carboidratos	0	0,00
Estrutura de Lipídios	1	1,41
Membranas - transporte	0	0,00
C - Metabolismo: Vias Principais	16	22,54
Glicólise	0	0,00
Formação de Acetil-CoA	0	0,00
Ciclo de Krebs	0	0,00
Cadeia de Transporte de Elétrons	1	1,41
Fosforilação Oxidativa	1	1,41
Via das Pentoses Fosfato	1	1,41
Glicogênio, amido, sacarose e lactose	1	1,41
Gliconeogênese	1	1,41
Fotossíntese	0	0,00
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	8	11,27
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação	2	2,82
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas	1	1,41
D - Regulação do Metabolismo	27	38,03
Metabolismo - conceitos gerais	8	11,27
Estratégias de Regulação do Metabolismo	1	1,41
Regulação das Vias Metabólicas Principais	8	11,27
Regulação Integrada do Metabolismo	10	14,08
Contração Muscular	0	0,00
E - Fundamentos de Biologia Molecular	0	0,00
total	71	
porcentagem de perguntas com caráter químico/estrutural		39,44
porcentagem de perguntas com caráter metabólico		60,56

Observando a Tabela 10, pode-se verificar que a maior parte das perguntas analisadas corresponde a conceitos metabólicos, com 60,56% do total.

Há um equilíbrio entre os tópicos envolvendo conceitos básicos, proteínas e enzimas e regulação do metabolismo, sendo que ambos os agrupamentos representam 38,03% cada do total de perguntas. O tópico mais recorrente de todas essas questões é relacionado com conceitos básicos de aminoácidos e proteínas, correspondendo a um pouco mais de 15% de todas as perguntas.

Nível Cognitivo	Número de perguntas
Conhecimento	29
Compreensão	26
Aplicação	13
Análise	3
Síntese	0
Avaliação	0
total	71
% Níveis Baixos	77,46
% Níveis Altos	22,54

A soma das perguntas de Conhecimento e Compreensão (níveis baixos) equivale a 77,46% de todas as perguntas.

A Tabela 9 também fornece condições de verificar quais os níveis observados predominantes em cada agrupamento de tópicos.

Gráfico 8 - Distribuição dos níveis cognitivos em função dos agrupamentos de tópicos - Medicina

Este gráfico também mostra que há uma ligeira diminuição nos níveis à medida que passamos de conteúdos de natureza mais química para conteúdos de natureza mais metabólica, ainda com forte predominância de níveis mais baixos em relação aos níveis mais altos.

4.5 – Nutrição

Foram analisadas 41 questões de provas para o curso de Nutrição.

Essas 41 questões englobavam 54 tópicos no total, ou seja, essas 41 *questões* de provas abrangem 54 *perguntas* em função dos tópicos abordados.

Tabela 11 - Nutrição - tópicosXníveis cognitivos	I	II	III	IV	V	VI
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	6	6	3	0	1	0
Sistema-tampão		1				
Aminoácidos e Proteínas	4	3				
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma						
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações			2			
Enzimas e cinética enzimática	2	2	1		1	
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	3	3	0	0	0	0
Estrutura de Carboidratos	1	1				
Estrutura de Lipídios	2	1				
Membranas - transporte		1				
C - Metabolismo: Vias Principais	1	3	3	0	5	0
Glicólise			1			
Formação de Acetil-CoA						
Ciclo de Krebs	1					
Cadeia de Transporte de Elétrons			1			
Fosforilação Oxidativa						
Via das Pentoses Fosfato						
Glicogênio, amido, sacarose e lactose						
Gliconeogênese						
Fotossíntese						
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação						
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação					2	
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas		3	1		3	
D - Regulação do Metabolismo	5	5	7	0	3	0
Metabolismo - conceitos gerais	1	3	2			
Estratégias de Regulação do Metabolismo	1				1	
Regulação das Vias Metabólicas Principais	3	1	3		1	
Regulação Integrada do Metabolismo		1	2		1	
Contração Muscular						
E - Fundamentos de Biologia Molecular						
total de perguntas por nível cognitivo	15	17	13	0	9	0

Tabela 12 - Nutrição - número de perguntas por tópico	nutrição	% do total
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	16	29,63
Sistema-tampão	1	1,85
Aminoácidos e Proteínas	7	12,96
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma	0	0,00
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações	2	3,70
Enzimas e cinética enzimática	6	11,11
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	6	11,11
Estrutura de Carboidratos	2	3,70
Estrutura de Lipídios	3	5,56
Membranas - transporte	1	1,85
C - Metabolismo: Vias Principais	12	22,22
Glicólise	1	1,85
Formação de Acetil-CoA	0	0,00
Ciclo de Krebs	1	1,85
Cadeia de Transporte de Elétrons	1	1,85
Fosforilação Oxidativa	0	0,00
Via das Pentoses Fosfato	0	0,00
Glicogênio, amido, sacarose e lactose	0	0,00
Gliconeogênese	0	0,00
Fotossíntese	0	0,00
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	0	0,00
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação	2	3,70
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas	7	12,96
D - Regulação do Metabolismo	20	37,04
Metabolismo - conceitos gerais	6	11,11
Estratégias de Regulação do Metabolismo	2	3,70
Regulação das Vias Metabólicas Principais	8	14,81
Regulação Integrada do Metabolismo	4	7,41
Contração Muscular	0	0,00
E - Fundamentos de Biologia Molecular	0	0,00
total	54	
porcentagem de perguntas com caráter químico/estrutural		40,74
porcentagem de perguntas com caráter metabólico		59,26

Observando a Tabela 12, pode-se verificar que a maior parte das perguntas analisadas correspondem a conceitos metabólicos, com quase 60% do total.

Os tópicos mais recorrentes são os relacionados com regulação do metabolismo, correspondendo a 37% do total de perguntas. O tópico mais recorrente

de todas essas questões é relacionado à regulação das vias metabólicas principais, correspondendo a um pouco menos de 15% de todas as perguntas.

Nível Cognitivo	Número de perguntas
Conhecimento	15
Compreensão	17
Aplicação	13
Análise	0
Síntese	9
Avaliação	0
total	54
% Níveis Baixos	59,26
% Níveis Altos	40,74

A soma das perguntas de Conhecimento e Compreensão (níveis baixos) equivale a quase 60% de todas as perguntas.

A Tabela 11 também nos fornece condições de verificar quais os níveis predominantes em cada agrupamento de tópicos.

Gráfico 10 - Distribuição dos níveis cognitivos em função dos agrupamentos de tópicos - Nutrição

Este gráfico mostra que há um aumento significativo nos níveis cognitivos para as perguntas de natureza mais metabólica em relação às perguntas de natureza química, onde, em contrapartida, observamos forte predominância de níveis mais baixos em relação aos níveis mais altos.

4.6 - Odontologia

Foram analisadas 87 questões de provas para o curso de Odontologia.

Essas 87 questões englobavam 88 tópicos no total, ou seja, essas 87 questões de provas abrangem 88 perguntas em função dos tópicos abordados.

Tabela 13 - Odontologia - tópicosXníveis cognitivos	I	II	III	IV	V	VI
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	5	7	0	0	0	0
Sistema-tampão		2				
Aminoácidos e Proteínas		3				
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma	2					
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações						
Enzimas e cinética enzimática	3	2				
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	0	0	0	0	0	0
Estrutura de Carboidratos						
Estrutura de Lipídios						
Membranas - transporte						
C - Metabolismo: Vias Principais	23	4	0	0	0	0
Glicólise	3					
Formação de Acetil-CoA	1					
Ciclo de Krebs	1					
Cadeia de Transporte de Elétrons	2					
Fosforilação Oxidativa	2					
Via das Pentoses Fosfato	1					
Glicogênio, amido, sacarose e lactose	2					
Gliconeogênese	5					
Fotossíntese						
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	5	2				
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação	1	1				
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas		1				
D - Regulação do Metabolismo	5	3	1	0	0	0
Metabolismo - conceitos gerais						
Estratégias de Regulação do Metabolismo	2					
Regulação das Vias Metabólicas Principais	2		1			
Regulação Integrada do Metabolismo	1	3				
Contração Muscular						
E - Fundamentos de Biologia Molecular	27	12	0	1	0	0
total de perguntas por nível cognitivo	60	26	1	1	0	0

Tabela 14 - Odontologia - número de perguntas por tópico	Odontologia	% do total
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	12	13,64
Sistema-tampão	2	2,27
Aminoácidos e Proteínas	3	3,41
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma	2	2,27
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações	0	0,00
Enzimas e cinética enzimática	5	5,68
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	0	0,00
Estrutura de Carboidratos	0	0,00
Estrutura de Lipídios	0	0,00
Membranas - transporte	0	0,00
C - Metabolismo: Vias Principais	27	30,68
Glicólise	3	3,41
Formação de Acetil-CoA	1	1,14
Ciclo de Krebs	1	1,14
Cadeia de Transporte de Elétrons	2	2,27
Fosforilação Oxidativa	2	2,27
Via das Pentoses Fosfato	1	1,14
Glicogênio, amido, sacarose e lactose	2	2,27
Gliconeogênese	5	5,68
Fotossíntese	0	0,00
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	7	7,95
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação	2	2,27
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas	1	1,14
D - Regulação do Metabolismo	9	10,23
Metabolismo - conceitos gerais	0	0,00
Estratégias de Regulação do Metabolismo	2	2,27
Regulação das Vias Metabólicas Principais	3	3,41
Regulação Integrada do Metabolismo	4	4,55
Contração Muscular	0	0,00
E - Fundamentos de Biologia Molecular	40	45,45
total	88	
porcentagem de perguntas com caráter químico/estrutural		13,64
porcentagem de perguntas com caráter metabólico		40,91
porcentagem de perguntas de biologia molecular		45,45

Observando a Tabela 14, pode-se verificar que a maior parte das perguntas analisadas corresponde a conceitos de biologia molecular, com quase 46%. Entre os conceitos restantes, prevalecem os com caráter metabólico, com praticamente 41% do total.

Os tópicos mais recorrentes, que não estão relacionados com conceitos de biologia molecular são os relacionados com metabolismo de lipídios - processos de

síntese e degradação, correspondendo a aproximadamente 8% do total de perguntas.

As perguntas de biologia molecular presentes nessas questões correspondem a praticamente metade de todas as perguntas.

Nível Cognitivo	Número de perguntas
Conhecimento	60
Compreensão	26
Aplicação	1
Análise	1
Síntese	0
Avaliação	0
total	88
% Níveis Baixos	97,73
% Níveis Altos	2,27

A soma das perguntas de Conhecimento e Compreensão (níveis baixos) equivale a mais de 97% de todas as perguntas.

A Tabela 13 também nos fornece condições de verificar os níveis observados predominantes em cada agrupamento de tópicos.

Gráfico 12 - Distribuição dos níveis cognitivos em função dos agrupamentos de tópicos - Odontologia

Este gráfico mostra que há uma predominância muito forte dos níveis mais baixos da Taxonomia em praticamente todos os tipos de pergunta, independente de sua natureza.

4.7 - Química

Foram analisadas 49 questões de provas para o curso de Química.

Essas 49 questões englobavam 66 tópicos no total, ou seja, essas 49 questões de provas abrangem 66 perguntas em função dos tópicos abordados.

Tabela 15 - Química - tópicosXníveis cognitivos	I	II	III	IV	V	VI
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	2	14	3	1	1	0
Sistema-tampão		1				
Aminoácidos e Proteínas	2	5	1			
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma		1	1			
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações						
Enzimas e cinética enzimática		7	1	1	1	
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	2	0	0	0	0	0
Estrutura de Carboidratos	2					
Estrutura de Lipídios						
Membranas - transporte						
C - Metabolismo: Vias Principais	6	3	2	1	4	0
Glicólise						
Formação de Acetil-CoA	2					
Ciclo de Krebs	2					
Cadeia de Transporte de Elétrons		2				
Fosforilação Oxidativa			1			
Via das Pentoses Fosfato						
Glicogênio, amido, sacarose e lactose		1				
Gliconeogênese						
Fotossíntese						
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	1		1			
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação					2	
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas	1			1	2	
D - Regulação do Metabolismo	7	9	7	3	1	0
Metabolismo - conceitos gerais	2	4	3	1	1	
Estratégias de Regulação do Metabolismo			1			
Regulação das Vias Metabólicas Principais	3	3	2	1		
Regulação Integrada do Metabolismo	2	2	1	1		
Contração Muscular						
E - Fundamentos de Biologia Molecular						
total de perguntas por nível cognitivo	17	26	12	5	6	0

Tabela 16 - Química - número de perguntas por tópico	química	% do Total
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	21	31,82
Sistema-tampão	1	1,52
Aminoácidos e Proteínas	8	12,12
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma	2	3,03
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações	0	0,00
Enzimas e cinética enzimática	10	15,15
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	2	3,03
Estrutura de Carboidratos	2	3,03
Estrutura de Lipídios	0	0,00
Membranas - transporte	0	0,00
C - Metabolismo: Vias Principais	16	24,24
Glicólise	0	0,00
Formação de Acetil-CoA	2	3,03
Ciclo de Krebs	2	3,03
Cadeia de Transporte de Elétrons	2	3,03
Fosforilação Oxidativa	1	1,52
Via das Pentoses Fosfato	0	0,00
Glicogênio, amido, sacarose e lactose	1	1,52
Gliconeogênese	0	0,00
Fotossíntese	0	0,00
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	2	3,03
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação	2	3,03
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas	4	6,06
D - Regulação do Metabolismo	27	40,91
Metabolismo - conceitos gerais	11	16,67
Estratégias de Regulação do Metabolismo	1	1,52
Regulação das Vias Metabólicas Principais	9	13,64
Regulação Integrada do Metabolismo	6	9,09
Contração Muscular	0	0,00
E - Fundamentos de Biologia Molecular	0	0,00
total	66	
porcentagem de perguntas de caráter químico/estrutural		34,85
porcentagem de perguntas de caráter metabólico		65,15

Observando a Tabela 16, verifica-se que a maior parte das perguntas analisadas corresponde a conceitos metabólicos, com praticamente 65% do total.

Os tópicos mais recorrentes são os relacionados com regulação do metabolismo, correspondendo a quase 41% do total de perguntas. O tópico mais

recorrente de todas essas questões é relacionado a conceitos gerais do metabolismo, correspondendo a 16,67% de todas as perguntas.

Nível Cognitivo	Número de perguntas
Conhecimento	17
Compreensão	26
Aplicação	12
Análise	5
Síntese	6
Avaliação	0
total	66
% Níveis Baixos	65,15
% Níveis Altos	34,85

A soma das perguntas de Conhecimento e Compreensão (níveis baixos) equivale a um pouco mais que 65% de todas as perguntas.

A Tabela 15 também fornece condições de verificar os níveis predominantes em cada agrupamento de tópicos.

Gráfico 14 - Distribuição dos níveis cognitivos em função dos agrupamentos de tópicos - Química

Este gráfico mostra que há um aumento significativo nos níveis cognitivos para as perguntas de natureza mais metabólica em relação às perguntas de natureza química, onde, em contrapartida, observa-se forte predominância de níveis mais baixos em relação aos níveis mais altos.

4.8 - Esportes

Foram analisadas 24 questões de provas para o curso de Esportes.

Essas 24 questões englobavam 31 tópicos no total, ou seja, essas 24 questões de provas abrangem 31 perguntas em função dos tópicos abordados.

Tabela 17 - Esportes - tópicosXníveis cognitivos	I	II	III	IV	V	VI
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	0	3	1	1	0	0
Sistema-tampão						
Aminoácidos e Proteínas		1				
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma		2	1	1		
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações						
Enzimas e cinética enzimática						
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	0	0	0	0	0	0
Estrutura de Carboidratos						
Estrutura de Lipídios						
Membranas - transporte						
C - Metabolismo: Vias Principais	1	4	3	0	4	0
Glicólise			1			
Formação de Acetil-CoA						
Ciclo de Krebs					1	
Cadeia de Transporte de Elétrons		2	1			
Fosforilação Oxidativa						
Via das Pentoses Fosfato						
Glicogênio, amido, sacarose e lactose	1					
Gliconeogênese		1				
Fotossíntese						
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação						
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação		1	1		1	
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas					2	
D - Regulação do Metabolismo	2	4	5	1	2	0
Metabolismo - conceitos gerais		1				
Estratégias de Regulação do Metabolismo	1					
Regulação das Vias Metabólicas Principais	1	1	1		1	
Regulação Integrada do Metabolismo		2	4	1	1	
Contração Muscular						
E - Fundamentos de Biologia Molecular						
total de perguntas por nível cognitivo	3	11	9	2	6	0

Tabela 18 - Esportes - número de perguntas por tópico	Esportes	% do total
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	5	16,13
Sistema-tampão	0	0,00
Aminoácidos e Proteínas	1	3,23
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma	4	12,90
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações	0	0,00
Enzimas e cinética enzimática	0	0,00
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	0	0,00
Estrutura de Carboidratos	0	0,00
Estrutura de Lipídios	0	0,00
Membranas - transporte	0	0,00
C - Metabolismo: Vias Principais	12	38,71
Glicólise	1	3,23
Formação de Acetil-CoA	0	0,00
Ciclo de Krebs	1	3,23
Cadeia de Transporte de Elétrons	3	9,68
Fosforilação Oxidativa	0	0,00
Via das Pentoses Fosfato	0	0,00
Glicogênio, amido, sacarose e lactose	1	3,23
Gliconeogênese	1	3,23
Fotossíntese	0	0,00
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	0	0,00
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação	3	9,68
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas	2	6,45
D - Regulação do Metabolismo	14	45,16
Metabolismo - conceitos gerais	1	3,23
Estratégias de Regulação do Metabolismo	1	3,23
Regulação das Vias Metabólicas Principais	4	12,90
Regulação Integrada do Metabolismo	8	25,81
Contração Muscular	0	0,00
E - Fundamentos de Biologia Molecular	0	0,00
total	31	
porcentagem de perguntas com caráter químico/estrutural		16,13
porcentagem de perguntas com caráter metabólico		83,87

Observando a Tabela 18, verifica-se que a maior parte das perguntas analisadas correspondem a conceitos metabólicos, com 83,87% do total.

Os tópicos mais recorrentes são os relacionados com regulação do metabolismo, correspondendo a um pouco mais de 45% do total de perguntas. O

tópico mais recorrente de todas essas questões é relacionado a regulação integrada do metabolismo, correspondendo a 25,81% de todas as perguntas.

Nível Cognitivo	Número de perguntas
Conhecimento	3
Compreensão	11
Aplicação	9
Análise	2
Síntese	6
Avaliação	0
total	31
% Níveis Baixos	45,16
% Níveis Altos	54,84

A soma das perguntas de Conhecimento e Compreensão (níveis baixos) equivale a um pouco mais que 45% de todas as perguntas. Dentre todas as disciplinas analisadas, Esportes se destacou por ser o único curso, dentre todos os analisados por apresentar uma porcentagem de níveis altos maior que a de níveis baixos.

A Tabela 17 também fornece condições de verificar os níveis predominantes em cada agrupamento de tópicos.

Gráfico 16 - Distribuição dos níveis cognitivos em função dos agrupamentos de tópicos - Esportes

Este gráfico mostra que há um aumento significativo nos níveis cognitivos para as perguntas de natureza mais metabólica em relação às perguntas de natureza química. Nessas perguntas, os níveis cognitivos altos predominam em relação aos baixos.

4.9 - Todas as disciplinas analisadas

Para uma melhor análise comparativa, foram elaboradas tabelas e gráficos de forma semelhante às apresentadas acima. Nessas tabelas e gráficos abaixo, estão representadas a soma de todas as perguntas analisadas – todos os tópicos observados em função dos correspondentes níveis cognitivos (*Tabela 19 - Todas as disciplinas - tópicosXníveis cognitivos*) e a recorrência dos tópicos (*Tabela 20 - Todas as disciplinas - número de perguntasXtópico*). Está também apresentada uma

tabela que representa a distribuição dos tópicos em função dos cursos, facilitando a comparação entre eles (*Tabela 21 - Todas as disciplinas comparadas – perguntasXtópicos*), e, de forma análoga às mostradas anteriormente, os gráficos de distribuição de níveis cognitivos exigidos em função da porcentagem e de porcentagens dos níveis em função do agrupamento de tópicos.

Tabela 19 - Todas as disciplinas - tópicosXníveis cognitivos	I	II	III	IV	V	VI
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	40	66	21	5	2	0
Sistema-tampão	4	5	1	0	0	0
Aminoácidos e Proteínas	18	26	5	2	0	0
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma	5	8	5	1	0	0
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações	2	5	5	0	0	0
Enzimas e cinética enzimática	11	22	5	2	2	0
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	12	7	0	0	0	0
Estrutura de Carboidratos	7	1	0	0	0	0
Estrutura de Lipídios	4	4	0	0	0	0
Membranas - transporte	1	2	0	0	0	0
C - Metabolismo: Vias Principais	60	29	18	2	13	0
Glicólise	5	0	3	0	0	0
Formação de Acetil-CoA	3	0	0	0	0	0
Ciclo de Krebs	6	2	1	0	1	0
Cadeia de Transporte de Elétrons	6	7	5	0	0	0
Fosforilação Oxidativa	2	1	3	0	0	0
Via das Pentoses Fosfato	1	0	0	1	0	0
Glicogênio, amido, sacarose e lactose	4	1	0	0	0	0
Gliconeogênese	6	1	1	0	0	0
Fotossíntese	3	1	0	0	0	0
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	14	6	3	0	0	0
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação	8	4	1	0	5	0
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas	2	6	1	1	7	0
D - Regulação do Metabolismo	51	44	27	6	7	0
Metabolismo - conceitos gerais	12	19	7	3	1	0
Estratégias de Regulação do Metabolismo	9	0	1	0	1	0
Regulação das Vias Metabólicas Principais	18	11	9	1	3	0
Regulação Integrada do Metabolismo	12	14	10	2	2	0
Contração Muscular	0	0	0	0	0	0
E - Fundamentos de Biologia Molecular	33	14	1	3	0	0
total	196	160	67	16	22	0
Porcentagem observada de cada nível cognitivo	42,5	34,7	14,5	3,5	4,8	0,0
porcentagem de perguntas com caráter químico/estrutural por nível	26,5	45,6	31,3	31,3	9,1	0,0
porcentagem de perguntas com caráter metabólico por nível	56,6	45,6	67,2	50,0	90,9	0,0
porcentagem de perguntas de biologia molecular por nível	16,8	8,8	1,5	18,8	0,0	0,0

Nesta tabela, são apresentadas também as porcentagens de perguntas, de acordo com o seu caráter em função do nível cognitivo. Dessa forma, por exemplo,

podemos observar que de todas as perguntas do nível de *Conhecimento*, 56,6% são de caráter metabólico.

Com esses dados, foi construída a Tabela 20 – que representa a ocorrência dos tópicos de bioquímica independente dos níveis cognitivos observados.

Tabela 20 - Todas as disciplinas - número de perguntasXtópico	Todas	% do total
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	134	29,07
Sistema-tampão	10	2,17
Aminoácidos e Proteínas	51	11,06
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma	19	4,12
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações	12	2,60
Enzimas e cinética enzimática	42	9,11
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	19	4,12
Estrutura de Carboidratos	8	1,74
Estrutura de Lipídios	8	1,74
Membranas - transporte	3	0,65
C - Metabolismo: Vias Principais	122	26,46
Glicólise	8	1,74
Formação de Acetil-CoA	3	0,65
Ciclo de Krebs	10	2,17
Cadeia de Transporte de Elétrons	18	3,90
Fosforilação Oxidativa	6	1,30
Via das Pentoses Fosfato	2	0,43
Glicogênio, amido, sacarose e lactose	5	1,08
Gliconeogênese	8	1,74
Fotossíntese	4	0,87
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	23	4,99
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação	18	3,90
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas	17	3,69
D - Regulação do Metabolismo	135	29,28
Metabolismo - conceitos gerais	42	9,11
Estratégias de Regulação do Metabolismo	11	2,39
Regulação das Vias Metabólicas Principais	42	9,11
Regulação Integrada do Metabolismo	40	8,68
Contração Muscular	0	0,00
E - Fundamentos de Biologia Molecular	51	11,06
total	461	
porcentagem de perguntas com caráter químico/estrutural		33,19
porcentagem de perguntas com caráter metabólico		55,75
porcentagem de perguntas de biologia molecular		11,06

Essas tabelas mostram que os tópicos bioquímicos mais pedidos estão relacionados com conceitos metabólicos – 55,75% do total de perguntas.

É interessante notar, que mesmo com representatividade de apenas um terço das perguntas, os conceitos de caráter mais químico englobam o tópico mais pedido – conceitos básicos de aminoácidos e proteínas, com 11,06% de todas as perguntas.

Os tópicos menos pedidos foram os relacionados a conceitos de contração muscular: nenhuma pergunta observada.

Tabela 21 - Todas as disciplinas comparadas - perguntasXtópicos	Biologia	Enfermagem	Farmacologia	Medicina	Nutrição	Odontologia	Química	Esportes
A - Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	23	12	18	27	16	12	21	5
Sistema-tampão	1	3	0	2	1	2	1	0
Aminoácidos e Proteínas	6	6	9	11	7	3	8	1
Hemoglobina - Transporte de Oxigênio e Tamponamento do Plasma	0	1	3	7	0	2	2	4
Termodinâmica, processos de óxidorredução e o sentido das reações	10	0	0	0	2	0	0	0
Enzimas e cinética enzimática	6	2	6	7	6	5	10	0
B - Estrutura de Carboidratos e lipídios, Membranas	1	6	3	1	6	0	2	0
Estrutura de Carboidratos	0	3	1	0	2	0	2	0
Estrutura de Lipídios	0	2	2	1	3	0	0	0
Membranas - transporte	1	1	0	0	1	0	0	0
C - Metabolismo: Vias Principais	19	13	7	16	12	27	16	12
Glicólise	1	2	0	0	1	3	0	1
Formação de Acetil-CoA	0	0	0	0	0	1	2	0
Ciclo de Krebs	4	1	0	0	1	1	2	1
Cadeia de Transporte de Elétrons	4	2	3	1	1	2	2	3
Fosforilação Oxidativa	1	0	1	1	0	2	1	0
Via das Pentoses Fosfato	0	0	0	1	0	1	0	0
Glicogênio, amido, sacarose e lactose	0	0	0	1	0	2	1	1
Gliconeogênese	1	0	0	1	0	5	0	1
Fotossíntese	4	0	0	0	0	0	0	0
Metabolismo de Lipídios - processos de síntese e degradação	1	4	1	8	0	7	2	0
Metabolismo de Aminoácidos - processos de síntese e degradação	3	3	1	2	2	2	2	3
Nutrição -Os Substratos para as vias metabólicas	0	1	1	1	7	1	4	2
D - Regulação do Metabolismo	3	13	22	27	20	9	27	14
Metabolismo - conceitos gerais	0	4	12	8	6	0	11	1
Estratégias de Regulação do Metabolismo	1	3	0	1	2	2	1	1
Regulação das Vias Metabólicas Principais	2	5	3	8	8	3	9	4
Regulação Integrada do Metabolismo	0	1	7	10	4	4	6	8
Contração Muscular	0	0	0	0	0	0	0	0
E - Fundamentos de Biologia Molecular	0	11	0	0	0	40	0	0
total	46	55	50	71	54	88	66	31
porcentagem de perguntas com caráter químico/estrutural	52,2	32,7	42,0	39,4	40,7	13,8	34,8	16,1
porcentagem de perguntas com caráter metabólico	47,8	47,3	58,0	60,6	59,3	41,4	65,2	83,9
porcentagem de perguntas de biologia molecular		20,0				46,0		

A Tabela 21 permite comparar diretamente os cursos em função dos tópicos pedidos.

A análise comparada possibilita a verificação de uma série de particularidades. Dentre elas, podemos observar que :

- Apenas as questões para as turmas de Biologia contemplaram o assunto “fotossíntese”, assim como não foi observada nenhuma pergunta de caráter estrutural para as turmas de Odontologia e Esportes.

- O tópico *contração muscular* não foi abordado em nenhum curso.

- Conceitos de biologia molecular representam quase que metade das questões para Odontologia, ao passo que para o curso de Enfermagem, representam apenas um quinto das perguntas.

- Os cursos mais parecidos entre si, quanto à distribuição de tópicos, são Farmácia, Medicina e Nutrição.

- Os cursos mais distintos entre si, quanto à mesma distribuição de tópicos, são Biologia e Esportes.

- O curso que mais explora perguntas de natureza metabólica é o curso de Esportes.

- O curso que mais explora perguntas de natureza química/estrutural é o curso de Biologia

- O curso que menos explora perguntas de natureza química/estrutural é o curso de Odontologia.

- Nas perguntas de caráter químico/estrutural, os tópicos mais recorrentes são os tópicos relacionados a conceitos básicos de aminoácidos e proteínas em praticamente todos os cursos, com exceção de Esportes. Os tópicos menos

recorrentes são os relacionados com estruturas de carboidratos, lipídios e membranas.

- Nas perguntas de caráter metabólico, os tópicos mais recorrentes são os que envolvem conceitos gerais de metabolismo e a sua regulação. Os menos recorrentes lidam com particularidades das vias metabólicas.

Essas tabelas mostram que, das 461 perguntas analisadas, 196 correspondem a perguntas de Conhecimento. Isso representa 42,5% de todos os níveis observados. 160 perguntas foram classificadas como perguntas de Compreensão e correspondem a 34,7% de todos os níveis observados. Somando-se os dois primeiros níveis, obtemos a porcentagem de questões relacionadas aos níveis mais baixos da Taxonomia de Bloom observadas na análise das provas dos oito cursos distintos – 77,2%.

Nível Cognitivo	Número de perguntas
Conhecimento	196
Compreensão	160
Aplicação	67
Análise	16
Síntese	22
Avaliação	0
total	461
% Níveis Baixos	77,2
% Níveis Altos	22,8

A Tabela 19 também fornece condições de verificar os níveis predominantes em cada agrupamento de tópicos.

Gráfico 18 - Distribuição dos níveis cognitivos em função dos agrupamentos de tópicos - Todas as disciplinas

Esses dados mostram que há uma tendência muito evidente de elaboração de questões nos níveis cognitivos mais baixos da Taxonomia. Aparentemente, essa tendência é ainda mais notável quando os conteúdos tratam de conceitos estruturais e biologia molecular.

5 - DISCUSSÃO

A análise comparada das questões de provas proporciona um interessante panorama do que o departamento de bioquímica da USP considera importante que seus alunos aprendam. Verificam-se algumas particularidades de conteúdos de bioquímica em função do curso alvo, porém, em contrapartida, uma certa homogeneidade no que diz respeito aos níveis cognitivos necessários à resolução dessas questões.

5.1 – Dos tópicos

Esses resultados representam o universo das provas fornecidas que foram analisadas. Em relação aos tópicos bioquímicos, esses dados podem sofrer alterações em função de um número maior de provas e também de um período mais abrangente em que essas provas foram aplicadas. É possível que com um número maior de provas, seja possível verificar um aumento na quantidade de perguntas sobre *fotossíntese* ou *contração muscular*, tópicos muito pouco explorados nessas disciplinas analisadas, porém, em contrapartida, ocorrerá um aumento significativo nas questões com tópicos de grande recorrência, como por exemplo *conceitos básicos de aminoácidos e proteínas*, *enzimas e cinética enzimática* e *tópicos relacionados à regulação do metabolismo*, de forma que o quadro geral tende a ser semelhante ao apresentado nesse trabalho.

Ao analisar esses dados em função dos tópicos bioquímicos observados, observa-se a existência de algumas diferenças entre as disciplinas de Bioquímica Básica oferecidas para diferentes habilitações.

Observa-se que existem semelhanças entre a maioria das disciplinas analisadas, no sentido de que sete desses oito cursos questionam mais sobre conceitos metabólicos do que sobre conceitos químicos. A exceção a essa regra é o curso de Biologia, onde a maior parte das perguntas é de natureza química.

É possível inferir que a estratégia adotada para o curso de Bioquímica Básica para as turmas de Biologia reforce o que se acredita ser uma necessidade de um contato maior com conceitos químicos ao longo do curso, por parte dos alunos. É possível que esses alunos tenham, o que pode ser considerado, pouco contato com tópicos químicos e que a disciplina de Bioquímica tem condições de tentar suprir um pouco essa possível carência, com uma ênfase um pouco maior de conceitos químicos.

Um raciocínio análogo, porém com aplicação oposta é o curso de Química, onde há uma predominância maior de perguntas de natureza metabólica. Da mesma forma que é possível que os alunos de Biologia tenham um menor contato presumido com tópicos químicos, os alunos de Química possam ter menos contato com tópicos de outras naturezas e que a disciplina de Bioquímica Básica para esse curso contribua mais com a formação profissional de seus alunos abordando *menos* conceitos químicos, que presumivelmente serão necessariamente abordados em outras disciplinas.

Isso é especulativo. De qualquer forma, o método utilizado permite verificar isso de maneira imparcial e quantificável. Essa forma de análise fornece ferramentas para verificar se, ao longo da disciplina, há um esforço para o ensino/aprendizado de

conceitos que podem ser julgados adequados para a formação específica desses alunos ou se há a necessidade de alguns ajustes de currículo.

Essa premissa é válida para as outras disciplinas também. É possível que os docentes, após contato com esses dados, verifiquem se, no desenvolvimento dessas disciplinas, os alunos tiveram mais contato com os conteúdos considerados mais adequados e voltados para a sua formação profissional. Em outras palavras, esses dados permitem, caso sejam julgadas necessárias, alterações curriculares dirigidas para cada disciplina/curso em função do que vem sendo observado na prática.

Essa análise comparada permite observar de maneira clara, tanto os tópicos bioquímicos mais explorados quanto os menos por parte dos cursos. Em relação a perguntas de natureza química/estrutural, todos os cursos analisados apresentaram perguntas relativas a conceitos de *aminoácidos e proteínas*. Com relação a perguntas de natureza metabólica, todos os cursos analisados apresentaram perguntas relativas a conceitos da *cadeia de transporte de elétrons, metabolismo de aminoácidos e regulação das vias metabólicas principais*.

Isso é particularmente interessante, pois pode ser um esboço do que seriam considerados pelo departamento, ao longo do desenvolvimento das disciplinas, *tópicos centrais* no ensino de bioquímica.

Nenhum outro tópico, fora esses supracitados, foi abordado por *todas* as disciplinas analisadas. É possível, e até certo ponto esperado, que os alunos, ao responder essas questões, tivessem em mente uma boa parcela de conhecimento relativo aos outros tópicos relacionados e até mesmo os docentes, ao corrigirem essas questões, levassem em conta o conjunto de conhecimentos que seus alunos utilizaram na elaboração das respostas – isso foge do escopo desse trabalho,

porém, ao analisarmos essas perguntas, observamos que a abordagem desses tópicos citados existe em todos os cursos analisados. Mesmo que uma futura análise mais abrangente ocorra, e que sejam observados dados que não forneçam uma visão muito clara do que é mais cobrado dos alunos, o método, ainda assim, permite a verificação de quais tópicos são *menos* perguntados, aqueles que não compartilham sua ocorrência em *todos* os cursos e dessa forma podem ser interpretados como tópicos não centrais, mas sim, *tópicos específicos* para determinadas habilitações.

Esse trabalho não nos permite *julgar* se os alunos de Nutrição, por exemplo, necessitam ou não de conhecimentos mais aprofundados sobre *fotossíntese*, mas nos permite observar que, até então, esse conhecimento não é considerado tão importante pelos docentes responsáveis quanto conhecimentos sobre a *regulação das vias metabólicas principais*, cuja representatividade em relação a todas as perguntas para esse curso é de 14,8% do total.

Dessa forma, o método aqui apresentado, contribui para verificação tanto do que pode ser considerado como conteúdo comum central, quanto do que pode ser considerado como conteúdo específico para os cursos que possuem Bioquímica como disciplina obrigatória na grade curricular.

5.2 – Dos níveis cognitivos

Com relação aos níveis cognitivos exigidos, não há indícios de que esses dados se alterem de maneira significativa, mesmo com um eventual aumento no número de questões de provas ou de um período maior abrangido.

Uma característica desse método que merece ressalvas é o fato de que, *em nenhum momento*, houve acesso às respostas dos alunos e muito menos às instruções dadas em aulas. O não acesso às instruções oferecidas aos alunos no desenvolvimento das disciplinas cria uma situação em que há um risco de que os níveis mais altos observados possam estar superestimados em relação aos mais baixos. Sempre existe a possibilidade de que em alguma dessas disciplinas, em algum momento, possam ter sido dadas instruções explícitas frente a perguntas que, nesse trabalho, foram classificadas como perguntas de Aplicação, Análise ou Síntese, o que, na verdade as tornariam perguntas de Conhecimento ou Compreensão no máximo. Isso depende diretamente do modo como esses conceitos abordados nessas questões foram apresentados para e trabalhados pelo aluno. A complexidade cognitiva exigida para trabalhar com uma dada informação independe da complexidade natural dessa informação. Os alunos podem memorizar informações consideradas fáceis ou difíceis, porém apresentar dificuldades na atribuição de significado a essas informações. Esse processo é requisito para a aplicação e transposição dessas informações em outras situações diferentes das apresentadas a eles. É natural que o corpo docente espera que os alunos saibam aplicar e transpor as informações a eles transmitidas em situações não abordadas explicitamente em aula, de modo que perguntas consideradas muito fáceis tendem a ser evitadas.

No cenário atual, há uma significativa predominância de níveis cognitivos baixos – praticamente 77% de todas as perguntas são de Conhecimento, ou de Compreensão.

Isso, por si só, já trás informações relevantes de como a maior parte das disciplinas de Bioquímica, oferecidas pelo departamento, parecem ser ministradas.

Uma vez que há alinhamento entre a instrução e a avaliação, a alta porcentagem de perguntas de níveis cognitivos baixos é condizente com estratégias mais tradicionais de ensino, onde o professor exerce o papel de transmissor de conhecimentos e os alunos de receptores desses conhecimentos. Em outras palavras, é centrada no professor, onde desempenha um papel mais *ativo* no ensino e os alunos um papel mais *passivo*.

Se as atividades em aula focam conceitos que requerem habilidades cognitivas mais altas, porém as provas apresentam questões que exigem apenas evocação de conhecimento factual, os alunos aprendem rápido que não precisam colocar esforço extra para o aprendizado em níveis mais altos. Por outro lado, se em aula for discutido apenas fatos e detalhes, mas as provas exigirem níveis mais altos, os alunos terão um desempenho fraco, pois não tiveram a devida chance de praticar o desenvolvimento de uma compreensão mais aprofundada do material. Nessas duas situações, esse descompasso entre a instrução e a avaliação pode frustrar tanto os alunos quanto os professores (Crowe; Dirks; Wenderoth, 2008) e uma vez que os alunos são motivados a obterem um bom desempenho em provas, o desafio cognitivo das questões de provas podem fortemente influenciar a estratégia de estudo desses alunos (Scouller, 1998).

Estratégias tradicionais de ensino, como aulas expositivas, por exemplo, quando comparadas com outras estratégias que procuram descentralizar a responsabilidade do ensino do professor e atribuir um pouco dessa responsabilidade ao aluno, oferecem um quadro caracterizado por pouca retenção do material ensinado por parte dos alunos. Provavelmente devido ao tempo que os alunos conseguem de fato engajar a atenção devida ao que o professor está falando. Estudos sugerem que a atenção dos alunos diminui ao longo das aulas (Prince,

2004) e que juntamente com essa diminuição da atenção, também ocorre perda da retenção do material apresentado (Hartley; Davies, 1978).

Não é objetivo desse trabalho questionar a *eficácia* desse tipo de ensino, ainda mais porque faltam muitos elementos para tal propósito, mas é um objetivo dos educadores procurar melhorar e adequar continuamente o ensino, de tal forma que todos os alunos, independente de suas origens e formações elementares, tenham condições de aprender o máximo possível. E o que seria aprender o máximo possível?

De acordo com diretrizes nacionais e internacionais de ensino, as instituições devem capacitar o aluno a desenvolver o raciocínio crítico para que em diversas situações ao longo de sua vida, ele possa recorrer ao que foi aprendido e utilizar essas informações a seu favor (BRASIL, 1996, 2001).

De acordo com pesquisas voltadas ao aprendizado de ciências, de forma geral, os alunos aprendem mais quando estimulados a desenvolver habilidades cognitivas mais altas ao longo do aprendizado (Zoller, 1993; Lujan; DiCarlo, 2006; Crowe; Dirks; Wenderoth, 2008; Wood, 2009). Essas habilidades são construídas.

O desafio de aprender fatos é bem diferente do desafio de aprender a resolver problemas com esses fatos, de forma que se é desejado que os alunos utilizem conhecimentos para desenvolver qualquer tipo de problema, deve-se provê-los com oportunidades para praticar as habilidades necessárias e receber retorno sobre seu desempenho (Michael, 2006).

Aprendizagem baseada na memorização e compreensão de conhecimentos são aprendizagens que se pode esperar de livros. Observando-se o nível cognitivo exigido para responder a perguntas existentes em livros didáticos - recurso esse presente em alguns livros de bioquímica, é comum verificar que os níveis

predominantes são níveis cognitivos mais baixos. Isso se deve ao fato de que os livros necessariamente só permitem que os leitores desenvolvam esses níveis cognitivos (Torres, 1986).

A única instrução que um livro, por si só, é capaz de fornecer ao leitor pode ser classificada como Conhecimento. É necessário que o leitor utilize outros recursos para desenvolver outras capacidades de lidar com as informações que os livros oferecem. Os leitores precisam ser *treinados* para isso.

Esperar que os alunos sejam capazes de aplicar e desenvolver seus conhecimentos específicos em situações diversas exige treino. Alunos que não foram estimulados e nem apresentados a situações que exigem processos cognitivos mais complexos que simples Conhecimento e Compreensão de fatos não serão capazes de *aplicar, analisar, sintetizar* ou *avaliar* conhecimentos fora das situações apresentadas em aula e familiares a eles (Wood, 2009).

Existe uma forte tendência mundial, nos mais diversos campos de ensino, de reverter essa tendência, de tornar os alunos mais *ativos* e *participativos* e os professores mais voltados à *orientação* e *organização* do curso e menos *transmissores* de Conhecimento – essas são as bases da *Aprendizagem Ativa* (Prince, 2004; Lujan; Dicarlo, 2006; Michael, 2006; Wood, 2009), atualmente bastante preconizada por pesquisadores e educadores nas mais diversas áreas.

Há muitas evidências, nos mais diversos campos de conhecimento, baseadas na mudança do enfoque dado ao *ensino* para o *aprendizado*, que corroboram o fato de que quando os alunos adotam uma postura mais ativa e se envolvem mais no próprio aprendizado, eles tendem a apresentar melhores rendimentos acadêmicos (Prince, 2004; Michael, 2006). Na área de física, por exemplo, foi desenvolvido um experimento com mais de 6000 alunos onde o desempenho com estratégias mais

passivas de ensino foram confrontados com estratégias mais ativas, fornecendo resultados favoráveis à adoção de estratégias ativas (Hake, 1998), porém, como já citado anteriormente, há outros estudos em outras áreas de Ciências que apresentam conclusões semelhantes.

Em tese, essa mudança de postura, é uma atribuição que cabe às instituições de ensino.

As instituições de ensino têm recursos que possibilitam treinar os alunos a não somente adquirir conhecimento, mas também capacitá-los a evocar, utilizar e *adaptar* esse conhecimento em situações que isso for cabível e necessário.

O corpo docente dessas instituições tem chance de desenvolver currículos e atividades que vão muito além do mero conhecimento de informações, assim como o corpo discente tem à sua disposição recursos de aprendizagem que nenhum material impresso por si só consegue fornecer.

Os resultados da análise das questões de provas oferecidas pelo Departamento de Bioquímica demonstram uma forte exigência de níveis cognitivos mais baixos. Demonstram também que essa tendência tende a se alterar um pouco à medida que esse conhecimento passa de um conhecimento mais voltado para princípios químicos e estruturais para um conhecimento mais voltado ao metabolismo e a sua regulação. Conforme esse conhecimento transita de uma natureza à outra, nessa ordem, há uma leve tendência à aplicação de níveis cognitivos mais altos, porém ainda assim, há a predominância de níveis mais baixos de forma geral.

Na análise comparada dos cursos, pode-se verificar que individualmente, há uma ligeira tendência, dependendo do curso, de aumentar ou diminuir o nível cognitivo das questões. Acreditamos que isso se deve *diretamente* às estratégias de

ensino aplicadas em aula por parte dos docentes. Professores que procuram estimular seus alunos, na medida do possível, a serem mais *ativos* com seu próprio aprendizado, podem explorar questões que exigem níveis mais altos para a sua resolução.

De qualquer maneira, o trabalho analisa as disciplinas como um todo, e mesmo aquelas que apresentam tendências de mudança no perfil dos níveis cognitivos, como as disciplinas oferecidas para as turmas de Esporte, ao se justapor com as outras disciplinas, oferecem um quadro em que há um forte predomínio dos níveis baixos e, mesmo dentro dos agrupamentos de tópicos bioquímicos, esse predomínio é observado – mais de 70% de todas as perguntas, independente de sua natureza mais química ou mais metabólica, são de níveis baixos – com destaque para as perguntas de estrutura (100%) e as de conceitos de biologia molecular (mais de 92%).

6 - CONCLUSÃO

O esforço multidisciplinar de procurar alinhar e adequar constantemente as estratégias de ensino com as exigências da sociedade exige habilidades que vão muito além da geração, manipulação e Aplicação das informações relevantes.

É preciso uma constante revisão dos *meios* para se chegar ao *fim* de forma desejada. As informações sem os devidos critérios de avaliação e aplicação não passam de conhecimento autorreferente, meras curiosidades.

A proposta do presente trabalho é fornecer um instantâneo de uma realidade. As informações aqui geradas podem ser interpretadas tanto como uma curiosidade a respeito do que é aplicado na prática pelo departamento, quanto um paradigma do que deveria ou não ser revisto em função de uma finalidade.

Esperamos que esse trabalho contribua para o constante aperfeiçoamento do ensino de Bioquímica, ensino esse que representa um dos pontos fortes do DBQ-IQ como uma das instituições de ensino na área mais respeitadas no Brasil.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, L.W.; KRATHWOHL, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives*: Complete edition, New York : Longman.

ANDERSON, L.W.; SOSNIAK, L.A. (Eds.). (1994). *Bloom's taxonomy: a forty-year retrospective*. Ninety-third yearbook of the National Society for the Study of Education, Pt.2 . , Chicago , IL . , University of Chicago Press.

BERG J, TYMOCZKO JL, STRYER L (2006). *Biochemistry*, 6o ed., San Francisco: W. H. Freeman.

BLOOM, B.S., ENGLEHART, M.D., FURST, E.J., HILL, W.H., AND KRATHWOHL, D.R. (1956). *A Taxonomy of Educational Objectives: Handbook 1: Cognitive Domain*. New York: McKay.

BOYER, R. (2000) *The new biochemistry: blending the traditional with the other*, Biochem. Molec. Biol. Ed. 28 292–296.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/lein9394.pdf>. Acesso em 16 de maio de 2010.

BRASIL. Lei no. 10172, de 09 de janeiro de 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10172.htm. Acesso em 16 de maio de 2010.

CROWE, A.; DIRKS, C.; WENDEROTH, M.P. (2008). *Biology in bloom: implementing Bloom's taxonomy to enhance student learning in biology*. CBE-Life Sci. Educ. 7:368–81

FELDBERG, R.S. (2001) *The new biochemistry: In praise of alternate curricula* Biochemistry and Molecular Biology Education, 29 (6), pp. 222-224.

FOREHAND, M. (2005). *Bloom's taxonomy: Original and revised*. In M. Orey (Ed.), *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*. Disponível em: <http://www.coe.uga.edu/epltt/bloom.htm>.

HAKE, R. R. (1998) *Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*, Am. J. Phys. 66, 64–74.

HARTLEY, J.; DAVIES, I., (1978) *Note Taking: A Critical Review," Programmed Learning and Educational Technology*, Vol. 15, pp. 207–224.

HESTENES, D. WELLS, M. SWACKHAMER, G. (1992) *Force concept inventory*, Phys. Teacher 30, 141–158.

HOWITT, S., ANDERSON, T., COSTA, M., HAMILTON, S., AND WRIGHT, T.(2008). *A concept inventory for molecular life sciences: how will it help your teaching practice?* Australian Biochemist, 39, 14–17.

KARAMUSTAFAOĞLU, S., SEVİM, S., KARAMUSTAFAOĞLU, O. & ÇEPNİ, S. (2003). *Analysis of turkish high-school chemistry-examination questions according to bloom's taxonomy*. Chemistry Education: Research and Practice, 4 (1), 25-30.

KARL O. JONES, JANICE HARLAND, JULIET M.V. REID AND REBECCA BARTLETT (2009) *relationship between examination questions and bloom's taxonomy* presented at 39th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference October 18 - 21, 2009, San Antonio, TX

KERKA, S. (2000), *Incidental learning* .Trends and Issues Alert No.18. ERIC ED446234

LEHNINGER, A. (1970) *Biochemistry*, 1st Edition, Worth, New York.

LIBARKIN J. (2008) *Concept inventories in higher education science*. Presented at BOSE Conf. Promis. Pract.—Innov. Undergrad. STEM Educ., Washington, DC. Disponível em <http://www7.nationalacademies.org/bose/PP> Commissioned Papers.html

LUJAN, H.L; DICARLO, S.E (2006) *Too much teaching, not enough learning: what is the solution?* Advan Physiol Educ, 30: 17 - 22.

PRINCE, M. (2004) *Does active learning work? A review of the research*, J. Eng. Educ. 93, 223–231.

MICHAEL, J. (2006) *Where's the evidence that active learning works?* Adv. Physiol. Educ. 30, 159–167.

NELSON, D. L.; COX, M. M. (2004) *Lehninger Principles of Biochemistry*. 4ed. Nova Iorque: W. H. Freeman.

SCHOENMAKER, F. *Análise das dificuldades na disciplina de bioquímica diagnosticadas por um plantão de dúvidas on line*. Biblioteca digital de teses e dissertações, 17 de novembro de 2009. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46131/tde-05102009-092050/>> Acesso em 15 de julho de 2010.

SCOULLER, K. (1998). *The influence of assessment method on students' learning approaches: multiple choice question examination versus assignment essay*. Higher Educ. 35, 453–472.

TORRES, B. B. (1986) *A Textbook Contents seen through its Adjunct Postquestions*. Biochemical Education, v. 14, n. 2, p. 74-75.

TSAPARLIS, G. & ZOLLER, U. (2003) *Evaluation of higher vs. lower-order cognitive skills-type examinations in chemistry: implications for university in-class assessment and examinations*, University Chemistry Education, 7, 50–57.

UNESCO, (1998) World Declaration on Higher Education for the Twenty-First Century: Vision and Action. Paris, 1998.

UNESCO, (2001) Higher Education Indicators Study: Accountability and International Co-operation in the Renewal of Higher Education. Paris, 2001.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Resolução Nº 3745, de 19 de outubro de 1990 do regimento geral da USP. Disponível em <http://www.usp.br/leginf/resol/r3745m.htm>. Acesso em 16 de maio de 2010.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Grade curricular. Instituto de biociências. núcleo básico Disponível em:
http://www.ib.usp.br/gra/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=59 Acesso em 16 de maio de 2010a.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Sistema Júpiter. Informações sobre disciplina QBQ0220. Disponível
em:<<http://sistemas2.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=qbq0220&nomdis=>>
Acesso em 16 de maio de 2010b

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Sistema Júpiter. Informações sobre disciplina QBQ0230 Disponível
em:<<http://sistemas2.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=qbq0230&nomdis=>>
Acesso em 16 de maio de 2010c

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Sistema Júpiter. Informações sobre disciplina QBQ0204 Disponível
em:<<http://sistemas2.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=qbq0204&nomdis=>>
Acesso em 16 de maio de 2010d

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Sistema Júpiter. Informações sobre disciplina QBQ0215 Disponível
em:<http://sistemas2.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=qbq0215&nomdis=>

Acesso em 16 de maio de 2010e

VOET, D.; VOET, J.G. (2004). *Biochemistry* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

WOOD, W. B. (2009). *Innovations in teaching undergraduate biology and why we need them*. Annu. Rev. Cell Dev. Biol. 25, 93–112.

WRIGHT, T. ,HAMILTON, S. (2008) *Assessing student understanding in the molecular life sciences using a concept inventory*. In ATN Assessment 08: Engaging Students with Assessment ed.)^eds.). pp. 216-224.

YOKAICHIYA, D. K. *Estruturação e avaliação de uma disciplina de bioquímica a distância baseada no modelo de aprendizagem colaborativa*. Biblioteca Digital de Ciências, 27 out. 2006. Disponível em: <<http://www.ib.unicamp.br/lte/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=351>>. Acesso em: 15 jul. 2010.

ZHENG AY, LAWHORN JK, LUMLEY T, FREEMAN S. 2008. *Application of Bloom's taxonomy debunks the "MCAT myth."* Science 319:414–15.

ZOLLER, U. & TSAPARLIS, G. (1997). *Higher and lower-order cognitive skills: The case of chemistry*. Research in Science Education, 27, 117-130.

ZOLLER, U. (1993). *Are lecturing and learning compatible? Maybe for LOCS: Unlikely for HOCS*. Journal of Chemical Education, 70, 195-197.

ZOLLER, U., FASTOW, M., LUBEZKY, A. & TSAPARLIS, G. (1998). *College students self-assessment in chemistry examinations requiring higher and lower order cognitive skills (HOCS and LOCS) - An action oriented research*. Journal of Chemical Education, 76, 112-113.