



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA
Elizabeth Mattiazzo-Cardia

O ENSINO DE MATEMÁTICA NOS CURSOS DE CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS:
UMA PROPOSTA DE CONTEÚDOS ADEQUADOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência - Área de Concentração: Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da UNESP/Campus de Bauru, como requisito à obtenção do título de Mestre, sob a orientação da Profa. Dra. Mara Sueli Simão Moraes.

BAURU

2003

Ficha catalográfica elaborada por
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - Bauru

Mattiazzo-Cardia, Elizabeth
O ensino de matemática nos cursos de ciências
biológicas: uma proposta de conteúdos adequados /
Elizabeth Mattiazzo-Cardia. - - Bauru : [s.n.], 2003.
257 f.

Orientadora: Mara Sueli Simão Moraes.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Ciências, 2003.

1. Conteúdos de matemática. 2. Matemática e biologia.
3. Ensino de matemática. 4. Formação de biólogos. I –
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II -
Título.

Elizabeth Mattiazzi-Cardia

**O ENSINO DE MATEMÁTICA NOS CURSOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:
UMA PROPOSTA DE CONTEÚDOS ADEQUADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência - Área de Concentração: Ensino de Ciências, a Faculdade de Ciências da UNESP, Campus de Bauru, como requisito à obtenção do título de Mestre, sob a orientação da Profa. Dra. Mara Sueli Simão Moraes.

Banca Examinadora:

Presidente: **Dra. Mara Sueli Simão Moraes**

Instituição: Universidade Estadual Paulista - UNESP – Bauru

Titular: **Dr. Eduardo Pereira Cabral Gomes**

Instituição: Centro de Educação Ambiental do SENAC - São Paulo

Titular: **Dr. José Roberto Boettger Giardinetto**

Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP - Bauru

Bauru, 28 de novembro de 2003.

DEDICATORIA

*Ofereço a Deus, com gratidão, pelo dom de amar
todas as Suas criaturas.*

AGRADECIMENTOS

A Dra. Mara Sueli Simão Moraes pela orientação segura e dedicação.

Ao Dr. Eduardo Pereira Cabral Gomes e ao Dr. José Roberto Boettger Giardinetto pelas sugestões oferecidas durante o Exame de Qualificação.

Aos Coordenadores, Professores, Secretárias e Colegas do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da UNESP- Bauru pela confiança e pelo apoio.

Aos Coordenadores, Funcionários de secretaria, Professores e Alunos dos cursos de Ciências Biológicas das seguintes instituições de ensino:

Faculdades Integradas de Ourinhos – FIO – Ourinhos-SP

Universidade Estadual Paulista – UNESP – Bauru – SP

Universidade Estadual Paulista – UNESP – Botucatu – SP

Universidade Presbiteriana Mackenzie - São Paulo –SP

Universidade do Sagrado Coração – USC – Bauru – SP

pela inestimável colaboração na coleta de dados e no fornecimento da maior parte do material necessário a esta pesquisa.

Aos Professores de Ciências e de Biologia do Ensino Fundamental e do Ensino Médio de escolas públicas e particulares visitadas e aos Biólogos consultados pela colaboração no preenchimento dos questionários.

Aos Funcionários das bibliotecas da Universidade Estadual Paulista – UNESP- Bauru e da Universidade do Sagrado Coração – USC – Bauru pela eficiência e pelo carinho.

Ao Professor e Biólogo Edson Cardia pelo auxílio no enfrentamento das dificuldades com a Biologia.

À minha família e aos meus amigos pela paciência que demonstraram ter comigo durante este período de aprendizado e de dedicação à pesquisa.

A minha mãe, Yvonne, e aos meus filhos, Luís Augusto e Mário Augusto, pelo incentivo.

MATTIAZZO-CARDIA, E. **O Ensino de Matemática nos Cursos de Ciências Biológicas: uma proposta de conteúdos adequados.** 2003. 257f.
Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2003.

RESUMO

Nos cursos de Ciências Biológicas, os tópicos de estudo estão subdivididos em conteúdos básicos e conteúdos específicos. Entre os básicos considerados fundamentais estão os conhecimentos matemáticos. A questão que esta pesquisa procurou responder foi: quais conteúdos de Matemática são mais adequados para auxiliar no entendimento dos processos e padrões biológicos estudados pelos alunos durante o curso? A pesquisa envolveu análise direta de documentação, nela incluídos questionários aplicados a 171 pessoas envolvidas com o tema, entre professores, alunos e biólogos, e pesquisa documental indireta pela análise de livros de Biologia e de projetos de ensino de 5 estabelecimentos que mantêm cursos de Ciências Biológicas. Complementa a pesquisa o resultado de consulta feita a 256 alunos ingressantes nos referidos cursos a respeito do que julgam conhecer da Matemática estudada anteriormente ao ingresso em curso superior. O conjunto dos levantamentos efetuados oferece subsídios para a escolha adequada dos conteúdos de Matemática a serem abordados em Cursos de Ciências Biológicas propiciando condições para que a escola possa melhor desempenhar o seu papel mediador na transformação dos conhecimentos do cotidiano em conhecimentos científicos.

Palavras-chave: Conteúdos de Matemática – Matemática e Biologia – Ensino de Matemática – Formação de Biólogos

MATTIAZZO-CARDIA, E. **Mathematics Teaching in Biological Sciences Courses: a Proposal for Adequate Contents**. 2003. 257f.

Master's Thesis (Master's Degree in Science Education). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru. 2003.

ABSTRACT

In Biological Sciences courses, the teaching topics are divided in basic contents and specific contents. Among the basic ones considered fundamental are the ones related to Mathematics knowledge. The issue for this research is: What are the most adequate Mathematics contents to help the understanding of biological processes and patterns studied in the course? The research involved direct analysis of documentation, including questionnaires applied to 171 people involved with the subject, among teachers, students and biologists, and indirect documental research through the analysis of Biology textbooks and teaching plans from 5 colleges that offer Biological Sciences courses. The research also provides the result of an inquiry to 256 freshmen from those courses in relation to what they suppose do know about Mathematics studied before they entered college. The data collected offered subsidies for the adequate choice of Mathematics contents to be approached in Biological Sciences courses, allowing the schools to improve their role as mediators in the transformation of daily knowledge into scientific knowledge.

Keywords: Mathematics Contents – Mathematics and Biology – Mathematics Teaching – Biologists Education

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	3
AGRADECIMENTOS.....	4
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
SUMÁRIO.....	7
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 A QUESTÃO DE PESQUISA.....	14
3 OS PRESSUPOSTOS TEÓRICOS.....	17
3.1 As objetivações.....	17
3.1.1 As objetivações em-si.....	19
3.1.2 As objetivações para-si.....	21
3.2 O trabalho educativo como atividade mediadora.....	22
4 A METODOLOGIA.....	26
5 OS CURSOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E A MATEMÁTICA	36
5.1 A orientação oficial	36
5.2 O que pensam as pessoas envolvidas com o tema.....	40
5.2.1 Professores que ministram aulas nos Cursos de Ciências Biológicas.....	40
5.2.2 Alunos que estão concluindo o curso.....	47
5.2.3 Professores que lecionam Ciências ou Biologia no Ensino Fundamental e no Ensino Médio.....	53
5.2.4 Biólogos em atividades não relacionadas com o magistério.....	58
5.3 A Matemática nos projetos pedagógicos de cinco cursos de Ciências Biológicas.....	64

5.4 A Matemática na bibliografia utilizada nos cursos de Ciências Biológicas	65
5.4.1 A Matemática e a Botânica.....	71
5.4.2 A Matemática e a Ecologia.....	73
5.4.3 A Matemática e a Genética.....	77
5.4.4 A Matemática e a Zoologia.....	79
5.4.5 A Matemática e a Química.....	81
5.4.6 A Matemática e a Fisiologia.....	84
5.4.7 A Matemática e a Física.....	86
5.4.8 A Matemática e a Anatomia.....	88
5.4.9 A Matemática e a Geologia.....	90
5.4.10 A Matemática e a Histologia.....	92
5.4.11 A Matemática e a Evolução.....	93
5.4.12 A Matemática e a Imunologia.....	94
5.4.13 A Matemática e a Embriologia.....	96
5.4.14 A Matemática e a Parasitologia.....	97
5.4.15 A Matemática e a Microbiologia.....	99
5.4.16 A Matemática e a Farmacologia.....	100
5.4.17 A Matemática e a Saúde Pública.....	102
5.4.18 A Matemática na Hematologia.....	103
5.4.19 A Matemática e a Patologia.....	104
6 A MATEMÁTICA E OS ALUNOS QUE INGRESSAM NOS CURSOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS.....	106
6.1 A coleta de dados.....	107
6.2 De onde vêm e para onde vão	107

6.3 Como se colocam diante dos conteúdos de Matemática.....	112
7 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	172
7.1 Consolidando dados sobre as opiniões das pessoas envolvidas com o tema.....	172
7.2 Os conteúdos importantes face aos conhecimentos dos alunos ingressantes.....	177
7.3 Consolidando dados da pesquisa bibliográfica.....	181
7.4 O confronto dos dados das pesquisas realizadas.....	185
7.5 Um testemunho necessário.....	194
8 CONCLUSÃO.....	196
9 REFERÊNCIAS	204
APÊNDICES.....	211
A - Carta aos Coordenadores de Curso.....	212
B - Questionário piloto.....	213
C - Questionário 1.....	216
D - Questionário 2.....	219
E - Questionário 3.....	222
F - Questionário 4.....	225
G – Questionário 5.....	228
H – Bilhete aos professores.....	231
I – Ficha de Controle 1.....	232
J – Ficha de Controle 2	233
L – Ficha de Controle 3.....	234
M – Levantamento das disciplinas e respectivas cargas horárias.....	235
N – Ficha de Registro de livro pesquisado.....	243
O – Quadro-resumo da pesquisa bibliográfica.....	244

ANEXOS.....	246
ANEXO A -.Resolução CNE/CES 7, de 11.03.01 e Parecer CNE/CES 1301/2001.....	247
ANEXO B – Resolução CNE/CP 1, de 18.02.02.....	253

O ENSINO DE MATEMÁTICA NOS CURSOS DE CIÊNCIAS

BIOLÓGICAS:

UMA PROPOSTA DE CONTEÚDOS ADEQUADOS

1 INTRODUÇÃO

Os conteúdos são fundamentais e sem conteúdos relevantes, conteúdos significativos, a aprendizagem deixa de existir, ela se transforma num arremedo, ela se transforma numa farsa. Parece-me, pois, fundamental que se entenda isso e que, no interior da escola, nós atuemos segundo essa máxima: a prioridade de conteúdos, que é a única forma de lutar contra a farsa do ensino.(SAVIANI, 2000a , p.55)

A Biologia, como ciência que estuda os seres vivos, suas relações entre si e com o meio ambiente e os processos que regulam a vida, vem adquirindo importância crescente na definição do destino da humanidade. Os avanços nessa área têm repercussões éticas e sociais. Dessa forma, o profissional biólogo assume papel preponderante nas questões que envolvem o conhecimento da natureza, o que só faz aumentar a responsabilidade social tanto do profissional da área das Ciências Biológicas quanto das instituições encarregadas de sua formação.

Nas Diretrizes Curriculares para o Curso de Ciências Biológicas aprovadas pela Câmara de Educação Superior do Ministério da Educação, em 06 de novembro de 2001, são abordados: o perfil do bacharel em Ciências Biológicas, as competências e habilidades que o aluno deve adquirir na graduação, a estruturação do curso e os conteúdos curriculares, subdivididos em conteúdos básicos, conteúdos específicos, estágios e atividades complementares. O texto legal esclarece que os conteúdos específicos deverão atender às modalidades Licenciatura e Bacharelado e que os conteúdos básicos deverão englobar conhecimentos biológicos e das áreas das ciências exatas, da terra e humanas, tendo a evolução como eixo integrador.

Os conhecimentos matemáticos, físicos, químicos, estatísticos e geológicos são classificados como básicos e considerados importantes para a compreensão dos processos e padrões biológicos.

Como “ciência da vida”, a Biologia desperta o interesse de todas as pessoas, letradas ou não. A mídia procura corresponder a esse interesse, sob pontos de vista os mais variáveis, desde a apresentação de material de bom conteúdo cultural até a pura e simples exploração de tragédias pessoais vivenciadas por vítimas de anormalidades da natureza. Dessa forma, o conhecimento popular que se tem dos fenômenos biológicos nem sempre corresponde ao conhecimento científico.

O aluno ingressante num curso de Ciências Biológicas tem, pois, um longo caminho a percorrer. Caminho que o leva do “mundo do cotidiano” ao “mundo da ciência”, refazendo um processo histórico, dentro da escola, auxiliado por seus professores.

Vale ressaltar a importância da seleção dos conteúdos nesse processo.

Eventual desinteresse dos professores em relação a esse tema pode gerar prejuízos graves a muitas gerações de estudantes. Encarar a elaboração de um Plano de Curso como uma mera tarefa burocrática a ser cumprida é negar ao papel da educação o seu poder transformador da sociedade em que se insere.

Neste trabalho, buscou-se elencar os conteúdos adequados para serem desenvolvidos em aulas de Matemática para estudantes de Cursos de Ciências Biológicas, com o propósito de facilitar a compreensão dos processos e fenômenos biológicos.

A pesquisa guiou-se pelos eixos da Pedagogia Histórico-Crítica criada por Dermeval Saviani, desenvolvida por trabalhos como os de Newton Duarte e outros, e aplicada, no campo da Matemática, por José Roberto Boettger Giardinetto, com destaque para a importância da compreensão da prática escolar como atividade mediadora na transformação

dos conhecimentos da vida cotidiana em conhecimentos científicos, isto é, na transformação das objetivações em-si em objetivações para-si, conforme será detalhado na seção 3.

O trabalho educativo se constitui em uma atividade mediadora, na formação do indivíduo, das objetivações em-si para o acesso às objetivações para-si, uma atividade mediadora na formação do indivíduo entre o cotidiano e o não-cotidiano. (GIARDINETTO, 1999, p. 43).

A essa compreensão, associou-se o objetivo de minimizar, pelo trabalho educativo responsável, os efeitos negativos da alienação nos alunos, garantindo-lhes os meios adequados à apropriação das conquistas que a humanidade continua construindo no campo das Ciências e, em particular, da Biologia.

A metodologia utilizada na pesquisa foi a análise documental direta e indireta.

Na análise documental direta foram incluídas as aplicações de questionários elaborados para levantamento dos conteúdos de Matemática mais adequados aos Cursos de Ciências Biológicas, aplicados a professores que lecionam nesses cursos e a alunos do último ano. Nesse sentido, também foram consultados, por intermédio dos questionários, profissionais que atuam nas diversas áreas abrangidas pela Biologia, relacionadas ou não com o magistério. Outros questionários foram aplicados a alunos ingressantes nos referidos cursos, com o propósito de consultá-los a respeito dos conhecimentos que traziam de seus cursos fundamental e médio.

Na análise documental indireta foram incluídas a pesquisa bibliográfica feita em livros de Biologia, Física, Química e Geologia para a detecção de aplicações de conteúdos matemáticos e a análise de projetos de ensino de cinco instituições que mantêm Cursos de Ciências Biológicas.

A pesquisa, além de trazer à luz algum conhecimento sobre os estudantes que ingressam nos Cursos de Ciências Biológicas, possibilitou a seleção dos conteúdos matemáticos necessários para a compreensão dos processos e padrões biológicos.

2 A QUESTÃO DE PESQUISA

Embora as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas do Ministério da Educação ofereçam alguma orientação aos estabelecimentos de ensino superior, ainda perduram dificuldades na elaboração de um Projeto de Ensino de Matemática adequado para tais cursos.

Muitas questões ainda encontram-se sem respostas satisfatórias. O que ensinar? Novos conteúdos ou revisão de conteúdos de ensino médio? Como compatibilizar os programas de ensino com os de outros estabelecimentos congêneres? Que bibliografia recomendar aos alunos?

Alguns autores dedicaram-se a escrever livros didáticos com esse objetivo. Como exemplo, Batschelet, professor do Instituto de Matemática da Universidade de Zurique, que, em 1971, brindou os estudantes de Biologia e de Medicina com seu livro “Introdução à Matemática para Biocientistas”. Escrito para ser um livro-texto introdutório, aborda os seguintes conteúdos: Números reais, Conjunto e Lógica Simbólicos, Relações e Funções, Função-Potência e Funções Correlatas, Funções Periódicas, Funções Exponencial e Logarítmica, Métodos Gráficos, Limites, Cálculo Diferencial e Integral, Equações Diferenciais Ordinárias, Funções de Duas ou Mais Variáveis Independentes, Probabilidades, Matrizes e Vetores e Números Complexos. A tradução para o português, feita em 1978, foi muito bem-vinda já que, à época, inexistia em nossa língua qualquer texto que preenchesse a finalidade de compatibilizar os problemas das ciências biológicas com os modelos matemáticos adequados para solucioná-los.

Um outro exemplo é o livro “Cálculo para Ciências Médicas e Biológicas” escrito por três professores do Departamento de Matemática da Universidade Federal do Ceará, em 1978, Aguiar, Xavier e Rodrigues. Com o objetivo de vitalizar o ensino de Cálculo

Diferencial e Integral ministrado nos cursos de Ciências Biomédicas, empenharam-se em pesquisar grande variedade de modelos matemáticos com aplicações na Biologia. O livro contém: Funções e Gráficos, A Derivada, Modelos Periódicos, Problemas de Otimização e Outras Aplicações da Derivada, Funções Exponenciais e Logarítmicas, Integração.

Os dois exemplos citados poderiam responder com algum grau de satisfação às questões que originaram a pesquisa. No entanto, foram escritos e úteis em outro contexto social e educacional. Nas décadas de setenta e oitenta, os Cursos de Ciências Biológicas apresentavam grade curricular com razoável número de horas previstas para o ensino da Matemática, sem o que seria impossível a abordagem de tantos conteúdos como os relacionados em cada caso.

A pesquisadora guarda de sua experiência pessoal lembranças de um período em que eram destinadas à Matemática, em Cursos de Ciências, cargas horárias de 8 ou 12 horas semanais, durante 1 ou 2 anos, conforme o estabelecimento de ensino, oportunidades em que eram examinados Complementos de Matemática Básica, Cálculo Diferencial e Integral, Estatística, Probabilidades e até Álgebra Linear.

Atualmente, face ao grande desenvolvimento que a Biologia vem apresentando, a maioria das escolas de ensino superior que oferecem cursos na área apresentam grades curriculares que privilegiam as disciplinas específicas em detrimento de outras consideradas básicas, como a Matemática que tem carga horária a cada ano mais reduzida.

Deparam-se, então, os professores de Matemática, com o dilema: diante da escassez de tempo para desenvolver os conteúdos tradicionalmente ensinados nesses cursos, o que priorizar? Em caso de carga horária suficiente, o que, realmente, é necessário abordar?

Essa questão fica muito evidenciada numa situação de rotina nas escolas de ensino superior, quando se necessita determinar, para a adaptação de alunos transferidos, o aproveitamento de seus estudos anteriores. É nesse momento que se percebe, com muita

clareza, a falta de consenso entre os professores de Matemática a respeito dos conteúdos ministrados nos Cursos de Ciências Biológicas. Cada um realiza o seu recorte para o tema, certamente fundamentado nos elementos de que dispõe, no projeto pedagógico da escola em que trabalha e na sua própria experiência. Mas, sempre instigou a pesquisadora a seguinte questão: por que opiniões tão diferentes?

A busca de respostas a todas essas questões apresentadas motivou a pesquisa que desenvolveu-se pela procura dos conteúdos da Matemática relacionados com conteúdos das Ciências Biológicas, bem como pela consulta aos interessados, conforme procedimentos descritos na Seção 5.

Antecedendo à procura da relação de conteúdos adequados, surgiram outras questões: adequados para quê? Para quem? Sob qual ponto de vista?

Na seção seguinte, procurar-se-á responder a estas últimas indagações mostrando a necessidade de encontrar-se os conteúdos mais adequados para que o ensino da Matemática seja significativo, capaz de contribuir para elevar o nível dos conhecimentos dos alunos do campo das objetivações em-si para o das objetivações para-si e capaz de evitar que o estudante universitário seja, por omissão da escola no seu papel mediador, impedido de alcançar os conhecimentos biológicos já conquistados pela humanidade.

3 OS PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

3.1 As objetivações

Os produtos da atividade dos animais são restritos a condições biológicas da espécie. Já o homem, ao transformar a realidade, produz uma realidade humanizada. Os produtos dessa realidade humana são as objetivações. As objetivações carregam em si as características do gênero humano, as características e faculdades essencialmente humanas. Os animais não fazem isso, isto é, esse processo de transportar para o produto, as características do gênero. Os animais não criam uma realidade objetivamente portadora das características do gênero a serem apropriadas pelos demais. (GIARDINETTO, 1999, p.17).

O conceito de objetivação deve ser analisado paralelamente com o conceito de apropriação, entendendo-se por objetivação o processo pelo qual a subjetividade ou a consciência humanas se materializam em produtos e por apropriação o processo pelo qual se toma posse desses produtos.

Para garantir a própria sobrevivência, todos os animais, o ser humano incluído, realizam objetivações e apropriações. Se nos animais não humanos as objetivações e apropriações restringem-se a atividades elementares produtoras do “que é estritamente necessário para si ou para suas crias” (MARX, 1989, p.165 apud DUARTE, 1999, p.32), ou a atividades de adaptação ao ambiente natural em que estão inseridos, o ser humano é capaz de produzir e de se apropriar, por extensão, de uma realidade modificada pela sua atividade. Entendendo-se, aqui, a palavra extensão como indicadora da possibilidade que o ser humano tem de ir além, de expandir suas possibilidades diante da natureza.

Ao longo do processo de apropriação da realidade natural, o homem produz todo um conjunto de objetivações que, em seu produto, retratam uma superação de sua limitação orgânica. Daí, Marx (1985) se referir a essas objetivações como o processo de formação do corpo inorgânico do homem. Hoje mais do que nunca, o homem atinge níveis em que ele supera suas limitações biológicas.(GIARDINETTO, 1999, p.18).

Segundo Duarte (1999, p.32), enquanto nos animais não humanos todas as atividades vitais (as que garantem a sua sobrevivência) estão determinadas por suas características biológicas, que se transmitem às outras gerações apenas biologicamente, nos seres humanos as atividades vitais têm a característica de atividade histórica, isto é, característica de um processo gerador de necessidades qualitativamente novas.

Além disso, as objetivações humanas são passíveis de serem transmitidas às gerações seguintes através de mediações e interações sociais. Num processo interminável, o homem produz os objetos de suas necessidades, produz os instrumentos necessários para isso e, ao apropriar-se do resultado de sua produção, desencadeia o surgimento de novas necessidades e de novas aplicações para o instrumento que havia criado, realizando, dessa forma, uma cadeia infinita de atos históricos.

Vale ressaltar que, ao tratar da produção humana, não se está restringindo a idéia à produção de objetos materiais e de instrumentos. Também se refere a qualquer produção não material, isto é, intelectual.

Os traços definidores que caracterizam uma atividade humana como uma objetivação, segundo Duarte (1999, p.134), são a genericidade e a apropriação do resultado da objetivação juntamente com ela. Genericidade como síntese da atividade humana, resultado da história do gênero humano, e apropriação como, pelo menos potencialmente, consequência da objetivação.

A genericidade de uma objetivação faz com que o homem que a realize aproxime-se do gênero humano. Duarte (1999, p.103) distingue espécie e gênero. Como espécie define o resultado da evolução biológica do homem e como gênero o resultado da evolução social humana. Por essa razão, as objetivações humanas são comumente tratadas por *objetivações genéricas*.

A seguir, serão abordadas as características das objetivações genéricas em-si e para-si, podendo-se apresentar como introdução aos sub-títulos seguintes o texto de Duarte (1999, p.135):

[...] o ser-em-si caracteriza a genericidade que se efetiva sem que haja uma relação consciente dos homens para com ela e o ser-para-si caracteriza a ascensão dessa genericidade ao nível da relação consciente.

3.1.1 As objetivações em-si

A vida cotidiana, considerada como conjunto de atividades que caracterizam a reprodução do ser humano e, de forma indireta, a reprodução da sociedade, é o reino das objetivações genéricas em-si, que são apropriadas pelas pessoas de forma inconsciente e não intencional.

Como exemplos de objetivações em-si pode-se citar: os objetos (utensílios), os costumes e a linguagem.

Heller (1977, p.271) ensina que no contato do homem com os objetos ocorre a relação entre ele e a natureza humanizada, uma prova da força do homem, de sua vitória contra a natureza. Os objetos podem ser meios para satisfação das necessidades humanas e também podem ser meios de produção e a quantidade e a qualidade dos objetos existentes servem para indicar o grau de desenvolvimento de uma sociedade.

Quanto aos costumes, também em Heller (1977, p.275) encontram-se bem explicitadas as diversas nuances que os usos e costumes podem apresentar, dependendo do conteúdo que se propõem a regular, da extensão de suas abrangências, das suas necessidades, das suas forças impositivas e de muitos outros fatores.

A linguagem tem importante função na vida cotidiana. É através da linguagem que toda uma cultura de determinada época se manifesta e se perpetua. A linguagem fonética

assume papel primordial e efetivo. Outras formas de comunicação surgem como “traduções”: sinais secundários da linguagem fonética como, por exemplos, a escrita, os códigos, os gestos. São sinais diferentes da mesma linguagem e não funções diferentes.

A apropriação das objetivações em-si, isto é, dos objetos, dos costumes e da linguagem, constituem a base para que se estabeleça a vida social e, para adquirí-las o ser humano utiliza, conforme Heller (1977, p.293-316 apud GIARDINETTO, 1999, p.30), esquemas de comportamento que são características inelimináveis da vida cotidiana:

- a) o pragmatismo – na vida cotidiana, o aprendizado ocorre em função da necessidade imediata da apropriação daquele conhecimento ou informação;
- b) as avaliações probabilísticas – realizadas com base em experiências anteriores, avaliações automáticas das probabilidades de erro ou de acerto ao adotar determinada atitude;
- c) a imitação – desde cedo, apropriamo-nos de objetos, costumes e linguagem imitando os nossos semelhantes;
- d) a analogia – quando, ao invés de imitar o que existe, busca-se produzir algo semelhante;
- e) a hipergeneralização - generalizações que o ser humano se obriga a construir para tornar a sua vida cotidiana possível.

Ainda segundo Giardinetto, as características acima citadas não podem ser eliminadas da vida cotidiana.

3.1.2 As objetivações para-si

As objetivações genéricas em-si são apropriadas por indivíduos de qualquer sociedade. Já o conjunto das objetivações genéricas para-si começa a se constituir nas

sociedades que tenham atingido certo nível mais complexo de desenvolvimento histórico e social.

Uma das características das objetivações para-si é o caráter intencional, não-espontâneo, consciente, da apropriação que delas se faz.

Como exemplos de objetivações para-si, Duarte (2001, p.33) cita: a ciência, a moral, a filosofia, a arte e a política.

A apropriação das objetivações para-si pressupõe um processo metódico, seqüenciado e intencional.

[...] para se objetivar através das objetivações genéricas para-si, ultrapassando o âmbito da vida cotidiana, o homem precisa homogeneizar sua relação com a objetivação genérica para-si, precisa relacionar-se inteiramente com ela. (DUARTE, 1999, p.142)

A expressão “o homem precisa homogeneizar sua relação com a objetivação genérica para-si” significa que o homem precisa dedicar a ela uma atenção especial, intencional, exclusiva, ou pelo menos, temporariamente exclusiva. Assim, o ser humano se comporta diante da ciência ou da arte, por exemplo. Uma pessoa não aprende ciência espontaneamente. É necessário debruçar-se sobre ela, dedicar-se, empenhar-se.

3.2 O trabalho educativo como atividade mediadora

Leontiev afirma que não é a herança biológica que transmite as aptidões e as características específicas dos seres humanos.

[...]. Podemos dizer que cada indivíduo aprende a ser um homem. O que a natureza lhe dá quando nasce não lhe basta para viver em sociedade. É-lhe ainda preciso adquirir o que foi alcançado no decurso do desenvolvimento histórico da sociedade humana. (LEONTIEV, 1978, p. 267).

O ser humano não nasce, portanto, de posse de todas as características de seu “gênero humano”. Nasce com qualidades biológicas que o definem como homem, porém precisa ser educado para assemelhar-se aos outros que o antecederam.

Estudiosos da Teoria da Evolução de Darwin concluíram que, ao atingir o estágio de Homo Sapiens, o humano adquiriu, em lento processo, suas características biológicas essenciais. Muito pouco de sua estrutura biológica foi alterado desde então. No entanto, ao tornar-se, na escala da evolução, o ser que é hoje, apresenta-se com a capacidade de aprender e de transmitir aquilo que se denominou de cultura, isto é, o conjunto de conhecimentos acumulados pelas gerações anteriores.

Um bebê, deixado entre animais, não desenvolverá as habilidades próprias do ser humano. Sequer aprenderá a posicionar-se verticalmente. O homem somente se transforma num ser humano pela aprendizagem, pela mediação social desde o seu nascimento.

Ao desenvolver-se em sociedade, irá a criança adquirindo as capacidades de que terá necessidades imediatas, imitando os adultos com os quais convive. Dessa forma, vai se apropriando das objetivações em-si que lhe permitirão o convívio social e as satisfações imediatas da vida cotidiana.

Porém, para que o seu desenvolvimento ocorra com plenitude, torna-se necessário o aprendizado do saber acumulado pela humanidade e nessa tarefa a importância da escola é fundamental para o desenvolvimento intelectual do homem. É a escola o ambiente social adequado para que a criança aprenda, de forma sistematizada, o legado cultural recebido de seus ancestrais.

A escola tem o papel de possibilitar o acesso das novas gerações ao mundo do saber sistematizado, do saber metódico, científico. Ela necessita organizar processos, descobrir formas adequadas a essa finalidade. (SAVIANI, 2000b, p. 89).

Associado ao conceito de escola, surge o do trabalho educativo, como a atividade laboral cuja finalidade é a de desenvolver em cada aprendiz os conhecimentos que ele tem o direito inalienável de adquirir.

É pelo trabalho que o homem interage com a natureza, regulando-a e controlando-a. Pelo trabalho, o homem produz os meios que garantem a sua própria subsistência; não de forma imediata como a atividade dos outros animais, mas de forma mediadora, adequada à finalidade determinada, e, portanto, intencional.

Saviani (2000b, p. 16) ensina que o trabalho pode ser material ou não-material. Quando produz uma infinidade de bens que consome por prazer ou por deles necessitar para sobreviver, o homem executa o trabalho “material”. Quando planeja o que vai produzir e antecipa idéias, o homem necessita de conhecimentos, conceitos, valores, e a isso se dá o nome de trabalho “não-material”. Este é o tipo do trabalho educativo.

[...] o trabalho educativo é o ato de produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens. (SAVIANI, 2000b, p. 17).

Com a complexidade adquirida, ao longo da história da humanidade, pelos conhecimentos, a sociedade vê-se impotente para suprir, na vida cotidiana, os elementos necessários à formação dos indivíduos, tornando-se a escola o meio social mais adequado para executar essa tarefa.

Assim, embora o saber historicamente acumulado se faça presente em constante elaboração nas diversas instâncias da prática social, parte desse saber, seu substrato essencial para o indivíduo se situar historicamente, é legado, via escola, à cada indivíduo singular. (GIARDINETTO, 1999, p.45).

É, portanto, no ambiente escolar que as objetivações em-si, desenvolvidas na vida cotidiana, encontram o ambiente social propício, onde podem, por meio da mediação do trabalho educativo, evoluírem para as objetivações para-si.

No entanto, o papel mediador da escola, se desenvolvido sem a necessária responsabilidade pode, também, servir a outros fins, isto é, pode contribuir para impossibilitar o acesso ao conhecimento e ao pleno desenvolvimento intelectual e cultural.

Essa reflexão se faz necessária, principalmente na formação de biólogos e de futuros professores de Ciências e de Biologia. Os avanços nesse ramo das Ciências, como em qualquer outro, coloca sempre o ser humano diante de situações que exigem escolhas e atitudes e estará mais apto a agir aquele que incorporou em sua formação as objetivações para-si.

Citando Duarte (2001, p.33), “os homens precisam refletir sobre o significado dos conhecimentos científicos para poderem produzir e reproduzir a ciência”.

Hoje, mais do que nunca, a Matemática. oferece modelos e procedimentos para o desenvolvimento das pesquisas no campo da Biologia. Aliado dos conhecimentos matemáticos necessários, o estudante de Biologia pode encontrar dificuldades para a compreensão de fenômenos biológicos, biofísicos ou bioquímicos.

Nesse sentido, entende-se a Matemática como instrumento para facilitar a transformação de conhecimentos da vida cotidiana, no plano das objetivações em-si, em conhecimentos científicos, no plano das objetivações para-si.

Porém, isso não ocorrerá por acaso.

Dado que a escola objetiva a socialização do saber sistematizado, a atividade escolar tem que assegurar igualmente a transmissão de instrumentos que garantam o acesso a essa forma de saber. Tais instrumentos se apresentam segundo um processo que só pode ser deliberado, sistemático e intencional.(GIARDINETTO, 1999, p.48)

A presente pesquisa desenvolveu-se com a intenção de colaborar para a escolha “deliberada, sistemática e intencional” dos conteúdos de Matemática mais adequados para serem desenvolvidos em Cursos de Ciências Biológicas.

4 A METODOLOGIA

De acordo com a classificação apresentada por Andrade, esta pesquisa, quanto aos objetivos, classifica-se como descritiva.

Nesse tipo de pesquisa, os fatos são observados, registrados, analisados, classificados e interpretados, sem que o pesquisador interfira neles. Isto significa que os fenômenos do mundo físico e humano são estudados, mas não manipulados pelo pesquisador. (ANDRADE, 1999, p.106).

A metodologia elaborada para a consecução da pesquisa utilizou técnicas de análise documental direta e indireta.

Segundo Caulley (1981 apud LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p.38) “a análise documental busca identificar informações factuais nos documentos a partir de questões ou hipóteses de interesse”.

Dessa forma, buscou-se encontrar a relação dos conteúdos de Matemática mais adequados para os Cursos de Ciências Biológicas (questão de interesse) por meio de questionários (documentos elaborados pela pesquisadora) bem como nos projetos pedagógicos das escolas, na legislação a respeito do assunto e em livros (documentos pré-existent), conforme será detalhado nesta seção.

Com o primeiro grupo de documentos acima mencionados, os questionários elaborados pela autora para consulta aos diversos segmentos de pessoas envolvidas com o tema, foram utilizadas as técnicas pertinentes à documentação direta.

A documentação direta constitui-se, em geral, no levantamento de dados no próprio local onde os fenômenos ocorrem. (MARCONI e LAKATOS, 1990, p.75)

Aos documentos do segundo grupo foi dado o tratamento da análise documental indireta, aí incluídas a pesquisa bibliográfica feita em livros de Biologia, Física, Química e Geologia para a detecção de aplicações de conteúdos matemáticos, exame da legislação a respeito dos Cursos de Ciências Biológicas e a análise de projetos pedagógicos de cinco instituições de ensino.

A metodologia utilizada apresentou-se como a mais adequada a esta pesquisa e sua escolha encontrou respaldo na defesa da utilização dos documentos como fonte de informações apresentada por Lüdke e André:

Os documentos constituem também uma fonte poderosa de onde podem ser retiradas evidências que fundamentem afirmações e declarações do pesquisador. [...] Não são apenas uma fonte de informação contextualizada, mas surgem num determinado contexto e fornecem informações sobre esse mesmo contexto. (1986, p.39)

Para ter acesso aos documentos que serviram à análise documental, a autora elaborou e encaminhou, no segundo semestre de 2002, Carta aos Coordenadores de Cursos (na íntegra, no Apêndice A) de cinco instituições de ensino previamente selecionadas em que expunha as linhas gerais da pesquisa e solicitava a autorização e o apoio necessários para a distribuição e coleta de questionários junto aos professores e alunos que estivessem em fase de conclusão do Curso de Ciências Biológicas.

Na mesma carta, solicitava cópia dos projetos pedagógicos e autorização e apoio para a distribuição e coleta de questionários para os alunos que ingressassem no Curso, no ano seguinte.

Cumpre informar ao leitor que o nome dos Cursos de Ciências Biológicas foi adotado nesta pesquisa por parecer o mais abrangente entre os diversos nomes que os mesmos estudos recebem nas diversas escolas em que é ministrado: Curso de Biologia, Curso de Ciências com Habilitação em Biologia, Curso de Ciências Biológicas, etc.

As instituições de ensino foram escolhidas mediante alguns critérios, pessoais e técnicos. Entre os critérios pessoais, contavam-se a localização do estabelecimento e a possibilidade de acesso da pesquisadora, dado que muitas visitas deveriam ser realizadas durante a coleta dos dados. Entre os critérios técnicos, buscou-se alguma diversidade, na tentativa de dar ao resultado da pesquisa um caráter, se não generalista, ao menos, não tão contingenciado. Dessa forma, entre as cinco escolas contatadas, encontravam-se duas públicas e três particulares. Uma localizada na capital e quatro no interior do Estado de São Paulo. Entre as escolas do interior, duas localizadas na cidade de Bauru e duas fora de Bauru, em regiões diversas.

As escolas que colaboraram com esta pesquisa serão denominadas ao longo deste trabalho pelas letras M, N, O, P e Q, distribuídas por sorteio, com o objetivo de não identificá-las durante as análises dos resultados.

4.1 Os instrumentos e o público-alvo da pesquisa documental direta

Tendo se deparado com o problema desta pesquisa durante o exercício de sua prática em sala de aula, quando ministrava Matemática num Curso de Ciências Biológicas, a pesquisadora houve por bem consultar seus colegas de escola e seus alunos a respeito do tema.

Para isso, elaborou um questionário, que se encontra no Apêndice B deste trabalho, em que procurava consultá-los a respeito de dois assuntos: quais conteúdos de Matemática deveriam ser abordados em suas aulas e quais conteúdos do Ensino Médio e do Ensino Fundamental eram satisfatoriamente conhecidos pelos alunos.

Percebendo que a solução para o problema demandava tratamento mais rigoroso e sistematizado, a autora transformou sua preocupação em proposta de pesquisa ao Programa de Mestrado em Educação para a Ciência da UNESP de Bauru.

Com o acolhimento de sua proposta, o questionário utilizado na escola em que trabalhava, respondido por colegas e por alunos, assumiu o caráter de pré-teste, ou questionário-piloto, que, submetido à crítica da orientadora da pesquisa, recebeu alterações e correções, propiciando a confecção do documento final que recebeu cinco diferentes versões face à ampliação da abrangência das pessoas que seriam consultadas.

Segundo Andrade,

Para elaborar as perguntas de um questionário é indispensável levar em conta que o informante não poderá contar com explicações adicionais do pesquisador. Por este motivo, as perguntas devem ser muito claras e objetivas. A preferência deve recair sobre o emprego de perguntas fechadas, ou seja, as que pedem respostas curtas e previsíveis. (1999, p.131)

A principal pergunta fechada contida nas quatro primeiras versões do instrumento de pesquisa referia-se à opinião do consultado sobre os conteúdos de Matemática em Cursos de Ciências Biológicas. Para garantir “respostas curtas e previsíveis” elaborou-se uma lista de conteúdos de Matemática que foi apresentada junto com a consulta, introduzida pelo texto:

A tabela a seguir menciona vários conteúdos de Matemática, alguns ministrados nos ensinos fundamental e médio, outros em cursos universitários. Complete a tabela abaixo dando a cada item uma menção S, N ou T, conforme a sua opinião quanto à necessidade ou não de se estudar, rever ou aprofundar esses conteúdos em cursos de Ciências Biológicas ou de Biologia.

S: sim, é importante abordar esse assunto no curso

N: não, esse assunto é desnecessário no curso

T: talvez sim, talvez não; não sei responder

A tabela referida continha uma coluna em branco para acolher as respostas.

A escolha dos conteúdos foi realizada com base na experiência pessoal da pesquisadora confirmada, no caso daqueles normalmente desenvolvidos em cursos fundamental e médio, pela leitura dos sumários de livros-texto de autores costumeiramente adotados nesses graus de ensino e, no caso dos desenvolvidos em cursos universitários, pela leitura de planejamentos de ensino de Matemática de diversos professores. Evitou-se relacionar títulos de conteúdos da Matemática que, historicamente, nunca - restringindo-se o significado deste advérbio às limitações do conhecimento da professora - foram apresentados em cursos da área das Ciências Biológicas como, por exemplo, Teoria dos Grupos ou Álgebra de Boole.

Essa tabela foi utilizada como padrão durante toda a pesquisa. Acompanhou todas as cinco versões do questionário e permitiu, também, o registro dos conteúdos de Matemática encontrados na pesquisa bibliográfica conforme será tratado mais adiante.

Interessava à pesquisadora as respostas SIM. No entanto, foram dadas aos consultados três opções de preenchimento para facilitar o procedimento e evitar respostas em branco. As menções SIM foram tabuladas e os resultados serão apresentados na seção 5 deste trabalho.

Outra pergunta fechada, apresentada em quatro das cinco versões do questionário (foi omitida na consulta aos alunos ingressantes), consultava a opinião quanto à importância da Matemática para os estudantes ou para os profissionais da área das Ciências Biológicas. As opções de resposta foram as seguintes:

a) () *muito importante*

b) () *mais ou menos importante*

c) () *pouco importante*

d) () *nada importante*

e) () *não sei*

Essa pergunta foi colocada no texto com o objetivo de tentar perceber, através das opiniões das pessoas, a utilidade futura do resultado desta pesquisa.

Foram consultadas pessoas que, no entender da pesquisadora, estavam, de alguma forma, envolvidas com a Biologia: os professores que ministram aulas nos Cursos de Ciências Biológicas, os profissionais formados nos referidos cursos e que atualmente lecionam em escolas de ensino fundamental ou médio ou que atuam como biólogos em carreiras diversas não relacionadas com o magistério, alunos do último ano dos Cursos de Ciências Biológicas e alunos que ingressam nos referidos cursos.

Os procedimentos desenvolvidos para consulta aos quatro primeiros segmentos definidos acima estão descritos na seção 5.2 deste trabalho. Todas essas pessoas receberam questionários que continham, em comum, a tabela com a lista de conteúdos e a pergunta sobre a importância da Matemática. Além disso, outras perguntas foram colocadas nos questionários com conteúdos e objetivos diferenciados para cada grupo, conforme descrição a seguir:

a) para Professores do Curso – a pergunta diferenciada para este segmento referia-se a disciplina por ele ministrada no curso; tal informação foi solicitada para que, ao examinar as respostas, a pesquisadora pudesse observar o grau de heterogeneidade da amostra quanto à disciplina de atuação profissional; o material distribuído a este grupo encontra-se no Apêndice C e será tratado neste trabalho sob o título de Questionário 1;

b) para alunos concluintes do Curso – destinada a alunos no último período de sua formação na graduação, a pergunta específica referia-se às aspirações do formando quanto a futura

atividade ou profissão; o objetivo dessa consulta foi o de levantar um (1) aspecto do perfil dos alunos; o material destinado a este segmento encontra-se no Apêndice D e será referenciado nesta pesquisa como Questionário 2;

c) para professores de Ciências e Biologia nos ensinos fundamental e médio, as perguntas específicas referiam-se às disciplinas por eles ministradas, ao grau de ensino em que trabalhavam e ao curso que haviam freqüentado; essas perguntas tinham o objetivo de confirmar o curso de formação por eles freqüentados e verificar se, além das disciplinas Ciências e Biologia, outras, da área e, em especial, a Matemática, estariam sendo ministradas por esses professores; o material distribuído a este segmento encontra-se no Apêndice E e será tratado como Questionário 3;

d) para profissionais biólogos em atividades não relacionadas com o magistério, três perguntas específicas foram apresentadas: as duas primeiras, consultava-os sobre a atividade principal da empresa em que trabalhavam e sobre a atividade que eles próprios exerciam dentro dela; estas perguntas foram colocadas para facilitar à pesquisadora a distribuição dos questionários junto a empresas de atividades diversificadas; a terceira pergunta referia-se aos cursos por eles freqüentados e tinha o objetivo de garantir-se o exame de questionários respondidos por profissionais oriundos de Cursos de Ciências Biológicas, já que é comum encontrar exercendo atividades semelhantes, pessoas formadas em Ciências Biomédicas, em Farmácia, em Bioquímica e outros cursos afins; os documentos respondidos por esses profissionais serão chamados de Questionário 4, cujo modelo encontra-se, na íntegra, no Apêndice F.

Na seção 6, será dado um tratamento especial aos resultados obtidos com as respostas dos alunos que ingressam nos Cursos de Ciências Biológicas. Este segmento foi consultado com objetivo distinto dos demais. Embora tivesse sido apresentada a eles a mesma tabela com a lista de conteúdos, não se lhes perguntava a opinião sobre estudar ou não os

referidos assuntos ao longo do curso. A consulta referia-se ao julgamento que esses estudantes faziam do conhecimento que tinham dos conteúdos relacionados.

Foram excluídos da tabela os itens que, seguramente, não costumam ser abordados nos níveis fundamental e médio, como o Cálculo Diferencial para Funções de mais de uma Variável, o Cálculo Integral e as Equações Diferenciais.

A pesquisadora pretendeu, com esse levantamento, descobrir lacunas que os estudantes pudessem ter trazido de seus estudos anteriores, bem como detectar conteúdos que já fossem por eles suficientemente conhecidos.

Para cada conteúdo da tabela, o aluno deveria, após a leitura do texto transcrito a seguir, escrever uma menção indicativa de sua posição em relação ao assunto:

A: você nunca estudou o assunto e não sabe do que se trata

B: você estudou o assunto algum dia, mas esqueceu-se dele e não saberia como utilizá-lo se houvesse necessidade

C: você estudou o assunto algum dia e saberia como utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco

D: você domina bem esse assunto.

Além dessa questão, foram apresentadas duas outras perguntas aos estudantes “calouros”. A primeira referia-se ao curso que haviam freqüentado antes de ingressarem no curso superior e a segunda referia-se às aspirações dos alunos quanto ao futuro. Com estas consultas, pretendia-se levantar dois aspectos dos perfis desses discentes. O material utilizado encontra-se, na íntegra, com o nome de Questionário 5, no Apêndice G.

Para controlar a distribuição e a coleta de todo esse material, a pesquisadora lançou mão de três instrumentos de controle, que encontram-se nos Apêndices I, J e L,

utilizados para anotar informações e datas necessárias ao bom andamento dos trabalhos e impossíveis de serem retidas na memória da autora.

Todos os questionários encaminhados a professores foram acompanhados de um bilhete, conforme mostra o Apêndice H, em linguagem informal, solicitando apoio e colaboração.

4.2 A pesquisa documental indireta

A pesquisa teve o seu primeiro passo dado na análise dos documentos oficiais que apresentavam as orientações do Ministério da Educação a respeito dos Cursos de Ciências Biológicas. Foram examinados os seguintes documentos:

a) Resolução CNE/CES 7, de 11 de março de 2002, do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior, que aprovou o Parecer CNE/CES 1301/2001, sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas, ambos no Anexo A deste trabalho.

b) Resolução CNE/CP 1, de 18.02.02, encartada como Anexo B.

O resultado desses exames está detalhado na seção 5.1.

O segundo passo foi a consulta aos Projetos Pedagógicos das escolas M, N, O, P e Q com os objetivos de:

a) determinar os conteúdos de Matemática que estão sendo abordados nas instituições de ensino consultadas sendo o resultado desse levantamento apresentado, neste trabalho, na seção 5.3;

b) obter elementos norteadores da pesquisa bibliográfica que foi realizada pela autora em livros selecionados entre os mais recomendados pelos professores

que ministram aulas de Biologia, Física, Química e Geologia, bem como de todas as suas subdivisões, nas escolas M, N, O, P e Q.

O terceiro passo foi a pesquisa bibliográfica. Por meio da análise de 99 livros, anotou-se em ficha de registro, cujo modelo encontra-se no Apêndice N, os conteúdos de Matemática desenvolvidos nos textos, relacionando-os com as disciplinas das grades curriculares examinadas. Os resultados dessa análise bibliográfica estão detalhados na seção 5.4.

A consolidação de todos os levantamentos realizados será apresentada na seção 7.

5 OS CURSOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E A MATEMÁTICA

As seções seguintes procurarão mostrar a relação existente hoje entre a Matemática e os Cursos de Ciências Biológicas, considerando-se as grades curriculares e os projetos pedagógicos das cinco escolas envolvidas pela pesquisa e as opiniões das pessoas – professores, alunos, biólogos – que escolheram a Biologia como ciência de estudo e de opção para a sua vida profissional

5.1 A orientação oficial

É necessário levantar, neste ponto, os questionamentos: deve este trabalho buscar na legislação informações relevantes para o desenvolvimento da pesquisa? Ou a seleção dos conteúdos adequados de Matemática para os Cursos de Ciências Biológicas deve se guiar apenas pelos pressupostos teóricos apresentados no capítulo 3?

A resposta a estas indagações vem com a seguinte justificativa: vivemos num mundo subordinado a leis de toda a sorte: legislação oficial, leis de mercado, leis físico-químico-biológicas, etc. Seria ingenuidade pressupor que as instituições de ensino pudessem estabelecer suas grades curriculares e seus projetos pedagógicos passando ao largo da lei. Caso assim procedessem, nem autorização para funcionar obteriam. Portanto, é na legislação que se deve estabelecer o ponto de partida para a compreensão dos procedimentos adotados pelas escolas.

Uma instituição que pretenda oferecer um curso de Ciências Biológicas irá, portanto, obrigatoriamente, procurar atender às normas ditadas pela Resolução CNE/CES 7, de 11 de março de 2002, do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior,

que aprovou o Parecer CNE/CES 1301/2001, sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas e que se encontram, na íntegra, no Anexo A .

O relatório que embasou a elaboração do Parecer acima referido cita o **perfil dos formandos** nos Cursos de Ciências Biológicas, as **competências e habilidades** que devem adquirir, a **estrutura do curso** e os **conteúdos curriculares**.

Destaca-se, aqui, partes das Diretrizes Curriculares que, na opinião da pesquisadora, podem estar relacionadas com a Matemática.

Primeiramente, quanto ao **perfil dos formandos** apontado pelo documento como ideal para o bacharel em Ciências Biológicas, a Matemática pode, de maneira significativa, colaborar para que o formando seja :

- a) generalista, crítico, ético, e cidadão com espírito de solidariedade;
- b) detentor de adequada fundamentação teórica, como base para uma ação competente, que inclua o conhecimento profundo da diversidade dos seres vivos, bem como sua organização e funcionamento em diferentes níveis, suas relações filogenéticas e evolutivas, suas respectivas distribuições e relações com o meio em que vivem;
- c) consciente da necessidade de atuar com qualidade e responsabilidade em prol da conservação e manejo da biodiversidade, políticas de saúde, meio ambiente, biotecnologia, bioprospecção, biossegurança, na gestão ambiental, tanto nos aspectos técnicos-científicos, quanto na formulação de políticas, e de se tornar agente transformador da realidade presente, na busca de melhoria da qualidade de vida;
- d) comprometido com os resultados de sua atuação, pautando sua conduta profissional por critério humanísticos, compromisso com a cidadania e rigor científico, bem como por referenciais éticos legais; (BRASIL, 2001).

Quanto às **competências e habilidades** que devem ser adquiridas durante o curso de acordo com o documento legal já citado, seleciona-se algumas em que o papel da Matemática é significativo para que o estudante possa:

- c) Atuar em pesquisa básica e aplicada nas diferentes áreas das Ciências Biológicas, comprometendo-se com a divulgação dos resultados das pesquisas em veículos adequados para ampliar a difusão e ampliação do conhecimento;
[...]
- g) Estabelecer relações entre ciência, tecnologia e sociedade;
[...]

- l) Atuar multi e interdisciplinarmente, interagindo com diferentes especialidades e diversos profissionais, de modo a estar preparado a contínua mudança do mundo produtivo;
- m) Avaliar o impacto potencial ou real de novos conhecimentos/tecnologias/serviços e produtos resultantes da atividade profissional, considerando os aspectos éticos, sociais e epistemológicos; (BRASIL, 2001)

Entre os princípios que a mesma legislação recomenda para embasar a **estrutura do curso**, seleciona-se, entre outros, aqueles que podem encontrar na Matemática um auxílio valioso:

- garantir uma sólida formação básica inter e multidisciplinar; [...]
- garantir um ensino problematizado e contextualizado, assegurando a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão;
- proporcionar a formação de competência na produção do conhecimento com atividades que levem o aluno a: procurar, interpretar, analisar e selecionar informações; identificar problemas relevantes, realizar experimentos e projetos de pesquisa; (BRASIL, 2001)

Quanto aos **conteúdos curriculares**, a legislação recomenda que as instituições de ensino devem organizar grades curriculares que garantam conteúdos básicos, conteúdos específicos, estágios e atividades complementares.

Entre os conteúdos básicos, encontram-se:

FUNDAMENTOS DAS CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA: Conhecimentos matemáticos, físicos, químicos, estatísticos, geológicos e outros fundamentais para o entendimento dos processos e padrões biológicos.(BRASIL, 2001)

Portanto, percebe-se a Matemática como conteúdo considerado básico e fundamental.

Com referência aos conteúdos específicos, a orientação legal determina que deverão atender as modalidades Licenciatura e Bacharelado e esclarece que, nos casos das Licenciaturas existe legislação própria que também deverá ser observada.

Para a licenciatura em Ciências Biológicas serão incluídos, no conjunto dos conteúdos profissionais, os conteúdos da Educação Básica, consideradas as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores em nível superior, bem como as Diretrizes Nacionais para a Educação Básica e para o Ensino Médio. (BRASIL, 2001).

Essa orientação remete-nos às Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica aprovadas pelo Conselho Pleno do Conselho Nacional de Educação e contidas na Resolução CNE/CP 1, de 18.02.02, que pode ser lida no Anexo B.

De acordo com esse documento, a formação de professores deverá observar como princípios norteadores do preparo para o exercício do magistério:

- I - a competência como concepção nuclear na orientação do curso;
 - II - a coerência entre a formação oferecida e a prática esperada do futuro professor, tendo em vista:
[...]
 - c) os conteúdos, como meio e suporte para a constituição das competências;
- (BRASIL, 2002)

Evidencia-se aqui a orientação oficial para a seleção dos conteúdos nos cursos de formação de professores. Já a preocupação da pesquisadora, durante o desenvolvimento de seus trabalhos, foi: poderiam ser encontrados na Matemática conteúdos adequados para servir como “meio e suporte para a constituição das competências” dos professores de Ciências na Educação Básica? Em caso afirmativo, quais seriam esses conteúdos?

Ainda tratando-se da CNE/CP 1, em seu artigo 5º, lê-se que o projeto pedagógico de cada curso levará em conta que:

- III – a seleção dos conteúdos das áreas de ensino da educação básica deve orientar-se por ir além daquilo que os professores irão ensinar nas diferentes etapas da escolaridade; (BRASIL, 2002)

Mais uma vez, a orientação oficial coincide com forte preocupação da pesquisadora que, embasada nos pressupostos teóricos expostos na Seção 3 deste trabalho e na experiência de muitos anos de prática docente, acredita que a escola tem o dever de oferecer aos alunos sempre mais, do melhor, nunca se satisfazendo, no caso das licenciaturas, com o desenvolvimento apenas dos conteúdos que “os professores irão ensinar”.

5.2 O que pensam as pessoas envolvidas com o tema

Nesta seção, serão apresentados os resultados das consultas feitas pela pesquisadora a quatro segmentos de pessoas que estão, de alguma forma, envolvidas com a Biologia.

5.2.1 Professores que ministram aulas nos Cursos de Ciências Biológicas

A consulta a este segmento foi realizada durante o segundo semestre de 2002, concomitantemente à consulta aos alunos que concluíam o curso.

O material, composto pelo documento denominado Questionário 1, acompanhado de um bilhete endereçado ao professor, foi entregue às escolas M, N, O, P e Q, com a solicitação de que fosse distribuído a todos os professores do curso. Foram devolvidos 30 questionários preenchidos, assim distribuídos:

Escola M – 6 questionários

Escola N – 1 questionário

Escola O – 7 questionários

Escola P – 7 questionários

Escola Q – 9 questionários

A primeira pergunta do Questionário 1 referia-se à disciplina que o professor ministrava na instituição. Foram apuradas as seguintes respostas:

Anatomia – 1 professor

Biofísica – 3 professores

Biologia Celular – 2 professores

Biologia Molecular – 1 professor

Bioquímica – 2 professores

Botânica – 2 professores

Citogenética – 1 professor

Controle de Poluição Ambiental – 1 professor

Dinâmica populacional – 1 professor

Ecologia Geral – 3 professores

Ecologia Aplicada – 1 professor

Ecologia Vegetal – 1 professor

Educação em Saúde Pública – 1 professor

Embriologia – 1 professor

Evolução – 2 professores

Física – 1 professor

Fisiologia Animal – 1 professor

Fisiologia Humana – 1 professor

Genética – 3 professores

Geologia – 2 professores

Histologia – 1 professor

Imunologia – 1 professor

Informática – 1 professor

Limnologia – 1 professor

Matemática – 2 professores

Microbiologia – 2 professores

Paleontologia – 2 professores

Parasitologia – 1 professor

Patologia Geral – 1 professor

Prática de Ensino – 1 professor

Prática de Laboratório de Física – 1 professor

Química – 1 professor

Química Geral – 2 professores

Zoologia – 2 professores

Alguns professores lecionam mais de uma disciplina, totalizando 30 professores consultados e que ministram 34 disciplinas em Cursos de Ciências Biológicas.

A segunda pergunta do questionário pedia aos professores que classificassem a Matemática quanto à sua importância levando-se em conta a grade curricular do curso e as profissões que os alunos poderiam exercer após formados. As respostas apresentaram as seguintes totalizações:

22 professores consideraram a Matemática **muito** importante;

4 professores consideraram a Matemática **mais ou menos** importante;

nenhum professor considerou a Matemática **pouco** importante;

1 professor considerou a Matemática **nada** importante

3 professores não responderam a essa pergunta.

A terceira parte do questionário apresentava uma tabela com vários conteúdos de Matemática para que os professores dessem a cada um deles uma menção S, N ou T, conforme a sua opinião quanto à necessidade ou não de se estudar, rever ou aprofundar esses conteúdos durante o curso, de acordo com a seguinte convenção: **S**, de SIM, se o professor entendesse que seria importante abordar o assunto no curso; **N**, de NÃO, se o professor entendesse que o conteúdo fosse desnecessário no curso e **T**, de TALVEZ, se o professor não soubesse o que responder.

De posse do material respondido, foram tabuladas as menções S dadas aos conteúdos da lista, que foram, em seguida, classificados em ordem decrescente dos votos SIM obtidos, representando essa classificação a opinião dos professores dos Cursos de Ciências Biológicas a respeito da abordagem dos conteúdos de Matemática nos referidos cursos.

A relação que se segue mostra o resultado dessa classificação. O número que antecede o nome do conteúdo de Matemática refere-se à ordem em que esse conteúdo apareceu no questionário. A segunda coluna desta relação indica o total de menções S contabilizadas, lembrando-se, mais uma vez, que a letra S significava: **SIM, é importante abordar esse assunto no curso de Ciências Biológicas** e a terceira coluna indica a porcentagem dos votos SIM registrados em relação ao total de docentes que preencheram o questionário, isto é, 30 professores.

Tabela 5.2.1 – Classificação dos conteúdos segundo opinião dos professores que lecionam em Cursos de Ciências Biológicas

No. Nome do conteúdo de Matemática	Total-S	%
38. Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento	26	87
39. Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	26	87

Tabela 5.2.1 – continuação

40. Estatística descritiva: médias, moda, mediana, desvios	25	83
41. Probabilidades	24	80
1. Cálculos numéricos: adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem e com calculadora	23	77
3. Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade	23	77
47. Razões e proporções	23	77
48. Regra de três simples	23	77
50. Porcentagem	22	73
42. Análise combinatória: arranjos, combinações, permutações	21	70
49. Regra de três composta	20	67
24. Funções logarítmicas	19	63
37. Logaritmos decimais	19	63
46. Progressões geométricas	19	63
5. Equações do segundo grau	18	60
22. Funções do segundo grau	18	60
23. Funções exponenciais	18	60
44. Lógica	18	60
45. Progressões aritméticas	18	60
4. Equações do primeiro grau	17	57
21. Funções do primeiro grau	17	57
2. Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração	15	50

Tabela 5.2.1 – continuação

No. Nome do conteúdo de Matemática	Total-S	%
9.Equações exponenciais	14	47
17.Sistemas lineares com 2 equações e 2 incógnitas	14	47
33.Geometria espacial: cubos, prismas, cones, cilindros, pirâmides, esferas	14	47
54.Limites de funções de uma variável	14	47
55.Derivadas de funções de uma variável	14	47
10.Equações logarítmicas	13	43
27.Matrizes	13	43
56.Integrais de funções de uma variável	13	43
29.Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos regulares, circunferência, círculo	12	40
43.Binômio de Newton	12	40
18.Sistemas lineares com 3 equações e 3 incógnitas	11	37
20.Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas	11	37
53.Conjuntos: relação de pertinência e de inclusão, união, intersecção, diferença, complementaridade	11	37
8.Equações de grau maior que 2	10	33
19.Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas	10	33
25.Funções trigonométricas	10	33
59.Integrais de funções de mais de uma variável	10	33
6.Equações biquadradas	9	30
30.Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares	9	30
58.Derivadas de funções de mais de uma variável	9	30
11.Equações trigonométricas	8	27

Tabela 5.2.1 – continuação

No. Nome do conteúdo de Matemática	Total-S	%
26.Funções quaisquer diversas: de terceiro grau, modulares, constantes, etc	8	27
28.Determinantes	8	27
31.Geometria plana: semelhança	8	27
32.Trigonometria no triângulo retângulo	8	27
34.Geometria analítica: estudo da reta	8	27
57.Limites de funções de mais de uma variável	8	27
60.Equações diferenciais	8	27
14.Inequações exponenciais	7	23
35.Geometria analítica: estudo da circunferência	7	23
36.Geometria analítica: estudo das cônicas (elipses, hipérbolas, parábolas)	7	23
51.Juros simples	7	23
52.Juros compostos	7	23
13.Inequações do segundo grau	6	20
12.Inequações do primeiro grau	5	17
15.Inequações logarítmicas	5	17
16.Inequações trigonométricas	5	17
7.Equações irracionais	4	13
61.Continuidade	1	3
62.Análise e decomposição da variância	1	3
63.Estatística não paramétrica	1	3
64.Geometria no espaço: retas e planos	1	3
70. Técnicas computacionais	1	3
80. Elaboração de programas para computador	1	3

Os últimos seis conteúdos apresentados na relação antecedente foram acrescentados pelos professores consultados e receberam um voto cada um.

5.2.2 Alunos que estão concluindo o curso

Concomitantemente à coleta de informações junto aos professores, procurou-se obter as opiniões dos alunos que cursavam o último período dos Cursos de Ciências Biológicas. Com o auxílio de professores que lecionavam para esses alunos, foram distribuídos, respondidos e coletados 111 Questionários 2, assim distribuídos.

Escola M – 28 questionários

Escola N – 4 questionários

Escola O – 21 questionários

Escola P – 32 questionários

Escola Q – 26 questionários

A primeira questão do documento preenchido pelos alunos consultava-os a respeito de suas aspirações ao concluir o curso, dando-lhes como opções: atuar como biólogo, atuar como professor ou outra atuação, sendo que nesta última hipótese o aluno deveria informar qual atividade almejava exercer.

Como resultado da tabulação das respostas oferecidas, encontrou-se a maioria preferindo atuar como biólogos ao se formarem. O resumo das respostas segue abaixo, com os totais assinalados para cada opção:

Desejam atuar como biólogos: 58

Desejam atuar como professores: 29

Desejam atuar como biólogos e professores: 13

Desejam exercer outras atividades: 7

Desejam atuar como professores e exercer outras atividades: 3

Um aluno não respondeu a esta pergunta.

Os resultados ficam melhor visualizados no diagrama que se segue:

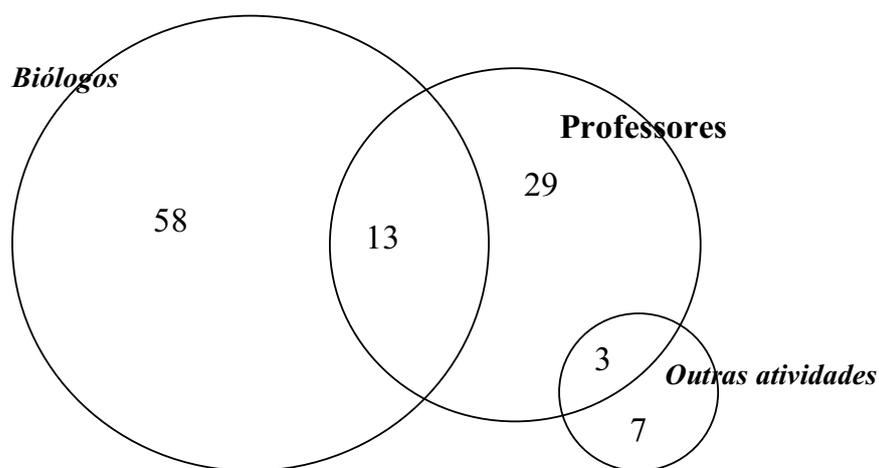


Figura 5.2.2 Aspirações dos alunos concluintes consultados (ilustração)

Entre as “outras atividades” citadas pelos alunos como aspirações para as suas vidas profissionais, incluíam-se:

Empresa própria – 1 aluno

Farmácia - 1 aluno

Pós – graduação e pesquisa - 4 alunos

Pós-graduação e ensino – 3 alunos

Não especificou – 1 aluno

A segunda pergunta do questionário pedia aos estudantes que classificassem a Matemática quanto à sua importância levando em conta as disciplinas que haviam estudado

durante o curso e as profissões que pretendiam exercer após formados. As respostas apresentaram as seguintes totalizações:

58 alunos consideraram a Matemática **muito** importante;

31 alunos consideraram a Matemática **mais ou menos** importante;

16 alunos consideraram a Matemática **pouco** importante;

2 alunos consideraram a Matemática **nada** importante;

3 alunos disseram que não sabiam responder

1 aluno não respondeu.

A terceira parte do questionário era idêntica ao questionário dos professores tratada na seção anterior. Apresentava uma tabela com vários conteúdos de Matemática para que fossem dadas a cada um menções S, N ou T, conforme a sua opinião quanto à necessidade ou não de se estudar, rever ou aprofundar esses conteúdos durante o curso, de acordo com a convenção: Sim, Não ou Talvez.

De posse do material respondido, foram tabuladas as menções S dadas aos conteúdos da lista, que foram, em seguida, classificados em ordem decrescente dos votos SIM obtidos.

Tabela 5.2.2 – Classificação dos conteúdos segundo opinião dos alunos concluintes dos Cursos de Ciências Biológicas

No. Nome do conteúdo de Matemática	Total-S	%
39. Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	102	92
41. Probabilidades	102	92
50. Porcentagem	97	87

Tabela 5.2.2 – continuação

No. Nome do conteúdo de Matemática	Total-S	%
3. Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade	93	84
40. Estatística descritiva: médias, moda, mediana, desvios	93	84
38. Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento	86	77
1. Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora	83	75
48. Regra de três simples	83	75
49. Regra de três composta	83	75
10. Equações logarítmicas	82	74
23. Funções exponenciais	82	74
21. Funções do primeiro grau	81	73
42. Análise combinatória: arranjos, combinações, permutações	81	73
9. Equações exponenciais	80	72
24. Funções logarítmicas	80	72
47. Razões e proporções	80	72
22. Funções do segundo grau	79	71
44. Lógica	75	68
46. Progressões geométricas	74	67
5. Equações do segundo grau	73	66
45. Progressões aritméticas	73	66
4. Equações do primeiro grau	72	65
37. Logaritmos decimais	69	62

Tabela 5.2.2 – continuação

No. Nome do conteúdo de Matemática	Total-S	%
2. Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração	68	61
51. Juros simples	63	57
27. Matrizes	59	53
12. Inequações do primeiro grau	58	52
52. Juros compostos	58	52
13. Inequações do segundo grau	57	51
28. Determinantes	57	51
11. Equações trigonométricas	56	50
30. Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares	56	50
25. Funções trigonométricas	55	50
31. Geometria plana: semelhança	55	50
14. Inequações exponenciais	54	49
20. Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas	53	48
8. Equações de grau maior que 2	52	47
29. Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos regulares, circunferência, círculo	52	47
43. Binômio de Newton	52	47
34. Geometria analítica: estudo da reta	51	46
53. Conjuntos: relação de pertinência e de inclusão, união, intersecção, diferença, complementaridade	51	46
54. Limites de funções de uma variável	51	46

Tabela 5.2.2 – continuação

No. Nome do conteúdo de Matemática	Total-S	%
15. Inequações logarítmicas	50	45
33. Geometria espacial: cubos, prismas, cones, cilindros, pirâmides, esferas	49	44
55. Derivadas de funções de uma variável	49	44
7. Equações irracionais	48	43
32. Trigonometria no triângulo retângulo	48	43
6. Equações biquadradas	47	42
17. Sistemas lineares com 2 equações e 2 incógnitas	47	42
35. Geometria analítica: estudo da circunferência	47	42
56. Integrais de funções de uma variável	47	42
36. Geometria analítica: estudo das cônicas (elipses, hipérbolas, parábolas)	45	41
57. Limites de funções de mais de uma variável	44	40
18. Sistemas lineares com 3 equações e 3 incógnitas	43	39
58. Derivadas de funções de mais de uma variável	43	39
59. Integrais de funções de mais de uma variável	42	38
19. Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas	41	37
26. Funções quaisquer diversas: de terceiro grau, modulares, constantes, etc.	40	36
60. Equações diferenciais	39	35
16. Inequações trigonométricas	37	33

5.2.3 Professores que lecionam Ciências ou Biologia no Ensino Fundamental e no Ensino Médio

Continuando a busca de respostas para a sua questão de pesquisa, a autora começou a peregrinação pelas escolas de ensino fundamental e de ensino médio, atrás das opiniões dos professores de Ciências e de Biologia que houvessem cursado Ciências Biológicas.

O primeiro contato com a escola visitada foi feito sempre por meio de agendamento com Diretor ou Diretora, para solicitar, desta vez verbalmente, autorização para a atividade. Na maior parte dos casos, a pesquisadora foi encaminhada aos Coordenadores ou Coordenadoras Pedagógicos da escola para dar prosseguimento ao assunto, posto que contatar todos os professores simultaneamente nem sempre parecia viável, embora isso haja ocorrido em alguns casos. Em cada escola visitada, a Coordenação Pedagógica ou a Diretoria ficaram responsáveis pela distribuição e recolhimento dos Questionários 3 junto aos professores daquele estabelecimento.

Esse trabalho foi iniciado em novembro de 2002 e estendeu-se até julho de 2003. Foram visitadas 8 escolas, distribuídos 30 questionários e recolhidos 14.

A primeira pergunta referia-se às disciplinas por eles ministradas; dois professores nada informaram e, entre os demais, foram apuradas as seguintes respostas:

Ciências: 10 professores

Matemática: 8 professores

Biologia: 5 professores

Química: 3 professores

Estatística: 1 professor

Física: 1 professor

Constatou-se que a maioria leciona mais de uma disciplina.

A segunda pergunta consultava-os sobre o grau de ensino em que lecionavam, tendo sido obtidas as respostas:

3 professores lecionam somente no Ensino Fundamental

2 professores lecionam somente no Ensino Médio

9 professores lecionam para os dois graus de ensino

Em duas respostas, o Ensino Médio contemplava também ensino técnico.

Quanto à formação, motivo da terceira pergunta, as respostas apontavam:

Ciências Biológicas: 2 professores

Ciências com Habilitação em Biologia: 6 professores

Ciências com Habilitação em Matemática: 3 professores

Biologia: 3 professores

A maior parte dos professores que responderam a esta pesquisa, contavam em sua formação com a conclusão de outro curso, além dos já citados:

Ciências com Habilitação em Química: 2 professores

Farmácia e Bioquímica: 2 professores

Matemática: 1 professor

Mestrado em Educação: 1 professor

Pedagogia: 1 professor

Tecnologia Eletrônica: 1 professor

A quarta pergunta pedia aos professores que classificassem a Matemática quanto à sua importância, levando-se em conta a grade curricular dos cursos de ciências biológicas ou de biologia. As respostas apresentaram as seguintes totalizações:

- 11 professores consideraram a Matemática **muito** importante;
- 2 professores consideraram a Matemática **mais ou menos** importante;
- nenhum professor considerou a Matemática **pouco** importante;
- nenhum professor considerou a Matemática **nada** importante
- 1 professor não respondeu a essa pergunta.

A quinta pergunta pedia a opinião dos professores quanto à necessidade de se estudar, rever ou aprofundar, durante os Cursos de Ciências Biológicas, os conteúdos da tabela anexada ao Questionário. A relação que segue, no mesmo formato das tabelas 5.2.1 e 5.2.2, mostra o resultado da tabulação das respostas SIM apontadas pelos professores.

Tabela 5.2.3 – Classificação dos conteúdos segundo opinião dos professores de Ciências e de Biologia no Ensino Fundamental e no Ensino Médio

No. Nome do conteúdo de Matemática	TOTAL-S	%
39. Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	14	100
40. Estatística descritiva: médias, moda, mediana, desvios	13	93
41. Probabilidades	13	93
50. Porcentagem	13	93
30. Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares	12	86
31. Geometria plana: semelhança	12	86
47. Razões e proporções	12	86

Tabela 5.2.3 – continuação

No. Nome do conteúdo de Matemática	TOTAL-S	%
48. Regra de três simples	12	86
29. Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos regulares, circunferência, círculo	11	79
42. Análise combinatória: arranjos, combinações, permutações	11	79
1. Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora	10	71
3. Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade	10	71
22. Funções do segundo grau	10	71
32. Trigonometria no triângulo retângulo	10	71
38. Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento	10	71
45. Progressões aritméticas	10	71
46. Progressões geométricas	10	71
49. Regra de três composta	10	71
2. Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração	9	64
4. Equações do primeiro grau	9	64
5. Equações do segundo grau	9	64
17. Sistemas lineares com 2 equações e 2 incógnitas	9	64
20. Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas	9	64
21. Funções do primeiro grau	9	64

Tabela 5.2.3 – continuação

No. Nome do conteúdo de Matemática	TOTAL-S %	
23. Funções exponenciais	9	64
24. Funções logarítmicas	9	64
33. Geometria espacial: cubos, prismas, cones, cilindros, pirâmides, esferas	9	64
34. Geometria analítica: estudo da reta	9	64
35. Geometria analítica: estudo da circunferência	9	64
44. Lógica	9	64
51. Juros simples	9	64
53. Conjuntos: relação de pertinência e de inclusão, união, intersecção, diferença, complementaridade	9	64
9. Equações exponenciais	8	57
10. Equações logarítmicas	8	57
11. Equações trigonométricas	8	57
25. Funções trigonométricas	8	57
37. Logaritmos decimais	8	57
54. Limites de funções de uma variável	8	57
6. Equações biquadradas	7	50
7. Equações irracionais	7	50
27. Matrizes	7	50
36. Geometria analítica: estudo das cônicas (elipses, hipérbolas, parábolas)	7	50
52. Juros compostos	7	50
12. Inequações do primeiro grau	6	43
13. Inequações do segundo grau	6	43
14. Inequações exponenciais	6	43

Tabela 5.2.3 – continuação

No. Nome do conteúdo de Matemática	TOTAL-S	%
15. Inequações logarítmicas	6	43
16. Inequações trigonométricas	6	43
43. Binômio de Newton	6	43
55. Derivadas de funções de uma variável	6	43
18. Sistemas lineares com 3 equações e 3 incógnitas	5	36
19. Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas	5	36
28. Determinantes	5	36
56. Integrais de funções de uma variável	5	36
8. Equações de grau maior que 2	4	29
57. Limites de funções de mais de uma variável	4	29
60. Equações diferenciais	3	21
26. Funções quaisquer diversas: de terceiro grau, modulares, constantes, etc.	2	14
58. Derivadas de funções de mais de uma variável	2	14
59. Integrais de funções de mais de uma variável	2	14

5.2.4 Biólogos que exercem profissões não vinculadas ao magistério

Considerando-se que parcela significativa dos formandos em Ciências Biológicas atuam profissionalmente como biólogos, a pesquisa encampou a consulta a esses trabalhadores.

Durante o período de novembro de 2002 a junho de 2003, foram percorridos 8 estabelecimentos na cidade de Bauru. Os contatos foram feitos diretamente com um dos

consultados, que se encarregava de distribuir os questionários aos colegas, em casos de empresas com mais de um biólogo. No entanto, a maior parte dos locais visitados contava com um único profissional nessa área. Foram devolvidos 17 questionários e tabulados 16. Um questionário não foi considerado por ter sido respondido por profissional formado em Biomedicina e Farmácia, fugindo, portanto, da especificação do interesse desta pesquisa.

A primeira parte do Questionário 4 referia-se à atividade principal da empresa visitada. Foram visitados 4 laboratórios de análises clínicas, 1 laboratório em instituição de ensino, 1 laboratório de pesquisa em diagnóstico de doenças de interesse epidemiológico e em saúde pública, 1 jardim botânico e 1 jardim zoológico.

As atividades exercidas pelos biólogos nesses estabelecimentos foram apontadas como:

Analista de águas e alimentos: 1 profissional

Biologista: 1 profissional

Biólogos: 3 profissionais

Educador ambiental: 1 profissional

Técnicos em laboratório: 8 profissionais

Técnico em hematologia: 1 profissional

Não informou: 1 profissional

Quanto à formação, os consultados responderam:

2 cursaram Ciências Biológicas

7 cursaram Ciências com Habilitação em Biologia

6 cursaram Biologia

1 não informou o curso freqüentado

Como segundo curso, um dos biólogos informou ter cursado Farmácia e Bioquímica.

A pergunta que solicitava a opinião de cada consultado sobre a importância da Matemática, tendo em vista as disciplinas que havia estudado durante o curso de formação profissional e as atividades que exercia, os biólogos manifestaram-se da seguinte forma:

- 11 biólogos consideraram a Matemática **muito** importante;
- 5 biólogos consideraram a Matemática **mais ou menos** importante;
- nenhum biólogo considerou a Matemática **pouco** importante;
- nenhum biólogo considerou a Matemática **nada** importante e

A relação que se segue mostra o resultado da tabulação das respostas SIM dos biólogos para a necessidade de estudar, rever ou aprofundar, nos Cursos de Ciências Biológicas, os conteúdos de Matemática constantes do questionário.

Tabela 5.2.4 – Classificação dos conteúdos segundo opinião dos biólogos

No. Nome do conteúdo de Matemática	TOTAL-S	%
39. Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	16	100
41. Probabilidades	16	100
48. Regra de três simples	16	100
50. Porcentagem	16	100
1. Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora	15	94

Tabela 5.2.4 – continuação

No. Nome do conteúdo de Matemática	TOTAL-S	%
3.Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade	15	94
38.Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento	15	94
40. Estatística descritiva: médias, moda, mediana, desvios	15	94
49. Regra de três composta	15	94
2.Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração	13	81
47. Razões e proporções	13	81
4.Equações do primeiro grau	11	69
5.Equações do segundo grau	11	69
23. Funções exponenciais	11	69
29. Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos regulares, circunferência, círculo	11	69
45. Progressões aritméticas	11	69
51. Juros simples	11	69
52. Juros compostos	11	69
25. Funções trigonométricas	10	63
34. Geometria analítica: estudo da reta	10	63
46. Progressões geométricas	10	63
11. Equações trigonométricas	9	56
21. Funções do primeiro grau	9	56
22. Funções do segundo grau	9	56

Tabela 5.2.4 – continuação

No. Nome do conteúdo de Matemática	TOTAL-S	%
32. Trigonometria no triângulo retângulo	9	56
33. Geometria espacial: cubos, prismas, cones, cilindros, pirâmides, esferas	9	56
35. Geometria analítica: estudo da circunferência	9	56
9. Equações exponenciais	8	50
12. Inequações do primeiro grau	8	50
16. Inequações trigonométricas	8	50
17. Sistemas lineares com 2 equações e 2 incógnitas	8	50
18. Sistemas lineares com 3 equações e 3 incógnitas	8	50
24. Funções logarítmicas	8	50
42. Análise combinatória: arranjos, combinações, permutações	8	50
43. Binômio de Newton	8	50
44. Lógica	8	50
54. Limites de funções de uma variável	8	50
55. Derivadas de funções de uma variável	8	50
10. Equações logarítmicas	7	44
13. Inequações do segundo grau	7	44
30. Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares	7	44
36. Geometria analítica: estudo das cônicas (elipses, hipérbolas, parábolas)	7	44
53. Conjuntos: relação de pertinência e de inclusão, união, intersecção, diferença, complementaridade	7	44
14. Inequações exponenciais	6	38
19. Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas	6	38
20. Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas	6	38

Tabela 5.2.4 – continuação

No. Nome do conteúdo de Matemática	TOTAL-S	%
37. Logaritmos decimais	6	38
56. Integrais de funções de uma variável	6	38
57. Limites de funções de mais de uma variável	6	38
58. Derivadas de funções de mais de uma variável	6	38
59. Integrais de funções de mais de uma variável	6	38
7. Equações irracionais	5	31
15. Inequações logarítmicas	5	31
26. Funções quaisquer diversas: de terceiro grau, modulares, constantes, etc.	5	31
27. Matrizes	5	31
28. Determinantes	5	31
31. Geometria plana: semelhança	5	31
60. Equações diferenciais	5	31
8. Equações de grau maior que 2	4	25
6. Equações biquadradas	3	19

Aqui fica concluída a apresentação das consultas e das respostas obtidas junto a quatro importantes segmentos de pessoas envolvidas com a Biologia e com as Ciências. Os resultados obtidos com o quinto segmento de pessoas consultadas serão tratados, de forma especial, na seção 6 tendo em vista que, embora se tenha utilizado instrumento semelhante, a coleta dos dados teve objetivo diverso e merece um tratamento destacado.

5.3 A Matemática nos projetos pedagógicos de cinco cursos de Ciências Biológicas

A Matemática é estudada, nos cinco cursos pesquisados, sob os nomes de Bioestatística, Cálculo Diferencial e Integral, Complementos de Matemática, Matemática, Matemática Aplicada e Métodos Quantitativos aplicados à Biologia, com uma carga horária média de 110,8 horas/aula ao longo do curso.

Para facilitar esta apresentação, vamos destacar a **Bioestatística**, posto que esta parte da Matemática **foi abordada unanimemente em todos os projetos pedagógicos consultados**.

Dentro da Bioestatística, foram planejados os seguintes conteúdos:

- a) Estatística Descritiva - incluindo técnicas de amostragem, representações por tabelas e gráficos, medidas de tendência central e medidas de dispersão;
- b) Probabilidades – incluindo as distribuições binomial, de Poisson e normal;
- c) Inferência estatística – incluindo testes de hipóteses.

À Bioestatística foram destinadas, em média, 62,8 horas/aula ao longo dos cursos.

Fora da Bioestatística, ocupando as 48 horas/aulas restantes, estão sendo abordados nos Cursos de Ciências Biológicas pesquisados, os seguintes assuntos da Matemática:

Funções

Funções lineares

Funções quadráticas

Funções exponenciais

Funções logarítmicas

Equações exponenciais

Logaritmos
Razões
Proporções
Regra de três simples
Regra de três composta
Limites de funções de uma variável
Derivadas de funções de uma variável
Integrais de funções de uma variável
Equações diferenciais
Integração numérica
Interpolação polinomial
Regressão
Anamorfose gráfica

Confirmando as justificativas para esta pesquisa, os conteúdos acima elencados não são abordados da mesma maneira em todas as escolas. Em algumas, não são estudados. Em outras, são estudados parcialmente. Constatou-se que, nos casos em que há coincidência de planejamento de estudos, esta recai sobre os temas do Cálculo Diferencial e Integral.

Convém comentar que os quatro últimos assuntos da relação acima não foram previstos pela pesquisadora na tabela de conteúdos que utilizou em seus questionários.

5.4 A Matemática na bibliografia recomendada nos Cursos de Ciências Biológicas

Como parte importante desta pesquisa, realizou-se a procura de conteúdos de Matemática relacionados com conteúdos da Biologia em livros didáticos de disciplinas

diversas da própria Matemática e utilizados por estudantes de cursos de Ciências Biológicas.

Entendeu-se que os livros consultados não poderiam ser tomados ao acaso e que alguns critérios deveriam ser estabelecidos para a seleção daqueles que deveriam passar pelo exame proposto, de forma a responder satisfatoriamente a quesitos como os seguintes:

- a) os livros escolhidos abrangem todos os ramos da Biologia?
- b) estão atualizados?
- c) estão sendo adotados nas escolas?
- d) qual a importância, no Curso, do ramo da Biologia que o livro aborda?

A pesquisadora nada entende de Biologia. Nunca estudou essa ciência e, portanto, não dispunha de capacidade para determinar, por si só, um elenco razoável de livros para a sua pesquisa. Entendeu que os livros mais adequados deveriam estar enumerados nas bibliografias recomendadas pelos professores dos cursos de Ciências Biológicas aos seus alunos. Valeu-se, então, da colaboração prestada pelas instituições **M, N, O, P e Q** que forneceram cópias de todos os planos de ensino dos professores que lecionam nos Cursos de Ciências Biológicas.

De posse desses documentos, para racionalizar os trabalhos, os planos de ensino foram separados em seis grupos:

- a) planos de ensino de Biologia em todas as suas ramificações;
- b) planos de ensino de Física e disciplinas correlatas;
- c) planos de ensino de Geologia e disciplinas correlatas;
- d) planos de ensino de Química e disciplinas correlatas;
- e) planos de ensino de Matemática e disciplinas correlatas;
- f) demais planos de ensino.

Desnecessário comentar a necessidade da análise dos planos de ensino das disciplinas da Biologia e da Matemática, estes últimos, inclusive, já tratados conforme

descrito na seção precedente.

Quanto às demais disciplinas, optou-se por examinar os planos de ensino de Física, de Química e de Geologia, e suas correlatas, deixando-se sem exame os demais. Essa escolha levou em conta que Física, Química e Geologia são conteúdos obrigatórios do núcleo básico dos cursos de Ciências Biológicas e utilizam, também, em maior ou menor grau, a Matemática para seu desenvolvimento. Quanto às demais disciplinas das grades curriculares, entendeu-se que a utilização da Matemática, eventualmente, não seria relevante para justificar um debruçar-se sobre os livros recomendados.

Nem sempre os nomes das disciplinas coincidiam nas diversas instituições de ensino. Por exemplo, uma escola adotava o nome Física. Outra, o nome Física Geral. Uma escola adotava o nome Anatomia Geral. Outra, subdividia esse estudo em Anatomia Humana e Anatomia Animal. E assim por diante. Para contornar essa variação de nomenclatura e para organizar a pesquisa bibliográfica, todos os planos de ensino selecionados foram novamente reagrupados utilizando-se como critérios o nome, a ementa e a bibliografia de cada um.

Paralelamente a esse reagrupamento, que repartia a disciplina Biologia em suas subdivisões, procurou-se encontrar o grau de importância de cada subgrupo no Curso. Entendeu-se que o tempo destinado ao estudo de determinada área seria um indicador razoável da relevância dessa área para a formação dos estudantes. Assim, procedeu-se, também, ao levantamento das cargas horárias das disciplinas pesquisadas. O apêndice M apresenta uma tabela que mostra como foram agrupadas as disciplinas e as horas dedicadas a cada uma nas escolas que as ministravam. Para cada área, encontrou-se a carga horária média somando-se todas as horas dedicadas àquele campo das Ciências, nas 5 escolas consultadas, e dividindo-se o total por 5.

Dessa forma, considerando Biologia, Geologia, Física, Matemática e Química, foram estabelecidos os agrupamentos de disciplinas apresentados a seguir, em ordem

alfabética:

Anatomia
Botânica
Ecologia
Embriologia
Evolução
Fisiologia
Farmacologia
Física
Genética
Geologia
Hematologia
Histologia
Imunologia
Microbiologia
Matemática
Parasitologia
Química
Saúde Pública
Zoologia

A seguir, esses agrupamentos de disciplinas serão rerepresentados, desta feita em ordem decrescente das cargas horárias médias obtidas conforme cálculos mostrados no Apêndice M.

GRUPOS EM ORDEM DECRESCENTE DE CARGAS HORÁRIAS

GRUPOS DE DISCIPLINAS	CARGA HORÁRIA MÉDIA (horas)
Botânica	386,4
Ecologia	272,4
Genética	257,6
Zoologia	239,6
Química	203,6
Fisiologia	176,8
Física	131,6
Matemática	110,8
Anatomia	98,8
Geologia	86,8
Histologia	70,4
Evolução	62,8
Imunologia	61,4
Embriologia	58,4
Parasitologia	56,8
Microbiologia	55,4
Farmacologia	24,0
Saúde Pública	18,0
Hematologia	12,0
Patologia	12,0

Tabela 5.4.1 – Grupos de disciplinas em ordem decrescente de cargas horárias médias

Concluída esta classificação, passou-se ao exame da bibliografia recomendada pelos professores em seus planos de ensino.

Confrontando-se os documentos referentes às disciplinas de um mesmo grupo, procurou-se levantar títulos coincidentes em planejamentos de, pelo menos, dois professores de instituições distintas, dando-se prioridade à consulta aos livros indicados pelo maior número de docentes. Isso não foi possível na totalidade dos casos. Nas situações em que não ocorreram coincidências de pelo menos um título, examinou-se o livro ou os livros indicados nos planejamentos dos professores que estivessem disponíveis nas bibliotecas visitadas durante a pesquisa, na cidade de Bauru.

Os livros selecionados foram analisados procurando-se conteúdos de Matemática. O registro desse trabalho foi feito anotando-se, para cada livro, os conteúdos de Matemática encontrados e as páginas em que se localizavam. Suprimiu-se a anotação das páginas nos casos em que o conteúdo da Matemática surgia com tanta freqüência que o trabalho tornava-se desnecessário para chegar-se a uma conclusão óbvia.

Para apresentar os resultados desta parte da pesquisa, foram adotadas as seguintes convenções para classificar os conteúdos de Matemática encontrados nos livros:

- a) *indispensáveis*, para referir-se àqueles que foram constatados com muita freqüência, na maior parte dos capítulos, perpassando a maior parte das páginas, marcando mesmo suas posições como indispensáveis à compreensão dos fenômenos científicos abordados;
- b) *necessários*, para referir-se àqueles que, embora não citados em todos os capítulos, foram utilizados com uma freqüência que justifica a sua enumeração entre os necessários para a compreensão daquele campo de conhecimento;
- c) *circunstanciais*, para referir-se àqueles que foram citados e utilizados em apenas um ou dois capítulos, ou seções, pelos autores dos livros analisados.

5.4.1 Matemática e a Botânica

O termo “Botânica” deriva de palavras gregas vinculadas aos conceitos de “plantas” e “alimento”. O estudo das plantas consome, nas 5 escolas consultadas, a maior carga horária média dos Cursos de Ciências Biológicas. Não por acaso, dado que nossa sobrevivência depende das plantas de maneira significativa: não só pelos alimentos como também pela matéria-prima para inúmeras finalidades.

Somos completamente dependentes de plantas. [...]. O estudo das plantas tem-nos fornecido um importante entendimento da essência de toda a vida e continuará a fornecê-lo nos anos futuros. Com a moderna tecnologia incluindo o contínuo desenvolvimento das técnicas moleculares e de informática, estamos apenas no início do período mais excitante da história da botânica.(RAVEN, EVER e EICHHORN, 2001, p. 2)

Esse estudo compreende a anatomia, a morfologia e a fisiologia dos vegetais, sua classificação, nomenclatura e distribuição no espaço e os aspectos econômicos relacionados com a utilização e com a destruição das plantas.

Para compreender o significado da Matemática nesse contexto, foram examinados 14 (catorze) livros recomendados a estudantes de cursos de Ciências Biológicas das escolas M, N, O, P e Q consultadas. O resultado desse exame forneceu as seguintes indicações para os conteúdos de Matemática:

a) *indispensáveis*

Não se constatou a existência de conteúdo indispensável ao estudo da Botânica.

b) *necessários*

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Porcentagem

Gráficos de funções e de relações

c) *circunstanciais*

Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais

Cálculos algébricos

Equações do primeiro grau

Equações do segundo grau

Equações logarítmicas

Funções do primeiro grau

Funções exponenciais

Funções trigonométricas

Geometria plana: ângulos, polígonos, circunferência e círculo

Logaritmos

Forma científica de representar números

Estatística

Probabilidades

Razões e proporções

Derivadas de funções de uma variável

Integrais de funções de uma variável

Seqüência de Fibonacci

Na maioria das espécies[...] as folhas ao longo dessas hélices, ou parásticas, estão em contato com a sua base; dá o nome de “parásticas de contato”. Os números de parásticas de contato nas duas direções são sempre dois termos consecutivos da **série de Fibonacci**, uma série matemática na qual cada termo é a soma dos dois termos precedentes. A série de Fibonacci mais comum é 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, ...e assim por diante. (CUTTER,1987, p.48).

REFERÊNCIAS :

- AWAD, M.; CASTRO, P.R.C. **Introdução à Fisiologia Vegetal**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1992.
- BARROSO, G.M.. **Sistemática de Angiospermas do Brasil 3**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, [1991?].
- CUTTER, E.G. **Anatomia Vegetal**. Primeira Parte: Células e Tecidos. 2.ed. São Paulo: Roca, 1986.
- _____. **Anatomia Vegetal**. Experimentos e Interpretação. Segunda Parte: Órgãos. São Paulo: Roca, 1987.
- ESAU, K. **Anatomia das Plantas com Sementes**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.
- FERRI, M. G. **Botânica**. Morfologia externa das plantas. 15.ed. São Paulo: Nobel, 1981.
- _____. **Botânica**. Morfologia interna das plantas. 7.ed. São Paulo: Melhoramentos, 1981.
- _____. **Fisiologia Vegetal 1**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979.
- _____. **Fisiologia Vegetal 2**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979.
- JOLY, A . B. **Introdução à Taxonomia Vegetal**. 6.ed. São Paulo: Nacional, 1983.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral das Plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.
- NOVIKOFF, A .B.; HOLTZMAN, E. **Células e Estrutura Celular**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1977.
- RAVEN, P. H.; EVER, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2001.
- RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica Econômica Brasileira**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1976.

5.4.2. A Matemática e a Ecologia

A Ecologia trata das interações dos seres vivos com os ambientes em que vivem. Todos os fenômenos comuns a esses seres são tratados em Ecologia Geral; os casos particulares das relações entre os animais e os vegetais com os ambientes em que vivem são abordados na Ecologia Animal e na Ecologia Vegetal, respectivamente.

Segundo Ferri,

[...] a Ecologia é uma ciência de *síntese* de conhecimentos, pois, para descrever e explicar a distribuição dos diferentes seres vivos, nos diversos ambientes, tem que buscar conhecimentos nas mais variadas ciências. Pode-se dizer que a Ecologia é eminentemente *multidisciplinar*. (FERRI, 1974, p.17).

Ainda segundo o mesmo autor,

A Ecologia está intimamente ligada à Fisiologia, à Genética, à Física, à Química, e, ainda, entre outras, também à Estatística. Esta pode fornecer métodos que dirão da validade dos resultados obtidos. Procurando a razão de certos fenômenos, a Ecologia é, igualmente, uma ciência de *análise*. (FERRI, 1974, p.17)

A relação entre a Ecologia e a Matemática ficou comprovada pela leitura dos livros recomendados pelos professores que lecionam a disciplina, e suas correlatas, nas escolas consultadas.

Um modelo (por definição) é uma formulação que imita um fenômeno real e pela qual se podem fazer previsões. Na sua forma mais simples, os modelos podem ser verbais ou gráficos (informais). No final, porém, os modelos têm que ser estatísticos e matemáticos (formais) para permitir previsões quantitativas com um certo grau de confiabilidade. Por exemplo, considerar-se-ia como modelo biologicamente útil uma formulação matemática que imita as mudanças numéricas numa população de insetos e que prediz o número de indivíduos em um dado momento. Se a população em questão for de uma praga, o modelo poderia ter aplicações econômicas importantes. (ODUM, 1988, p.5).

Foram examinados 11 (onze) livros. Desse exame, resultou a seguinte relação de conteúdos de Matemática:

a) *indispensáveis*

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Gráficos de funções e de relações

b) *necessários*

Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais

Cálculos algébricos

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Equações e funções exponenciais

Logaritmos e funções logarítmicas

Forma científica de representar números

Razões e proporções

Porcentagem

Derivadas de funções de uma variável

c) *circunstanciais*

Equações do primeiro grau

Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas

Funções do primeiro grau

Funções trigonométricas

Matrizes

Geometria plana: ângulos, polígonos, circunferência, círculo

Estatística

Probabilidades

Conjuntos: relações de pertinência e de inclusão, operações

Integrais de funções de uma variável

Equações diferenciais

Fatoriais

Vetores

Seguem-se algumas citações que evidenciam aplicações da Matemática na

Ecologia:

Ao organizar informações acerca de um sistema em particular, as matrizes poderão ser utilizadas simplesmente para indicar quais os componentes do sistema estão diretamente relacionados entre si. [...] Segue-se um exemplo bem simplificado para ilustrar esta técnica:

	Plantas	Herbívoros	Carnívoros	Decompositores
Plantas	X	X	0	X
Herbívoros	X	X	X	X
Carnívoros	0	X	X	X
Decompositores	X	0	0	X

O exemplo estabelece que todos os componentes afetam a si mesmos ($I_{ii} = "X"$), mas os carnívoros não afetam as plantas ($I_{31} = 0$) e vice-versa ($I_{13} = 0$). (ODUM, 1988, p.328)

As equações diferenciais e de diferença descrevem as taxas de transformação do sistema. A idéia básica das equações diferenciais e de diferença é que elas representam a maneira como uma variável altera-se em função de seu tamanho à medida que varia de tamanho.

[...] As equações diferenciais descrevem alterações que ocorrem continuamente no decorrer do tempo. A forma geral dessas equações é:

$$\frac{dV}{dt} = f(V,t)$$

Aqui também dV/dt e $f(V,t)$ podem ser vetores. Quando $f(V,t)$ contém apenas termos da forma kV sendo k uma constante, diz-se que a equação é "linear". A equação simples de crescimento, $dN/dt = rN$, é, desta forma, linear, onde r é a constante, k e N são as variáveis do sistema. (ODUM, 1988, p.328-329)

Na seqüência dessa citação, Odum demonstra as vantagens da utilização da forma matricial para resolução de equações diferenciais lineares.

REFERÊNCIAS:

- COLINVAUX, P. **Ecology 2**. New York, John Wiley & Sons, 1993.
- CORSON, W.H. **Manual Global de Ecologia**: O que você pode fazer a respeito da crise do Meio Ambiente. 2.ed. São Paulo: Augustus, 1996.
- DAJOZ, R. **Ecologia Geral**. 4.ed. Petrópolis: Vozes, 1983
- ESTEVES, F. A . **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- FERRI, M.G. **Ecologia**: temas e problemas brasileiros. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1974.
- KREBS, C.J. **Ecology**: The experimental analysis of distribution and abundance. New York: Harper & Row, 1972.
- LEVINTON, J.S. **Marine Biology**: Function, Biodiversity, Ecology. 2.ed. New York: Oxford University Press, 2001.
- MARGALEF, R. **Ecologia**. Barcelona: Omega, 1974.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1988.
- PIANKA, E.R. **Ecología Evolutiva**. Barcelona: Omega, 1982.
- WALTER, H. **Vegetação e Zonas Climáticas**: Tratado de Ecologia Global. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1986.

5.4.3 A Matemática e a Genética

A Genética é o ramo da Biologia que estuda as leis que determinam a hereditariedade e as propriedades dos genes que, localizados nos cromossomos, determinam as características dos indivíduos.

A Genética é uma ciência de potenciais. Trata da transferência de informação biológica de célula para célula, dos pais para os filhos e, assim, de geração para geração. (GARDNER, 1986, p.1)

Desse campo da Biologia, incluindo a Biologia Celular e Molecular, foram examinados 10 (dez) livros. Os conteúdos da Matemática foram assim distribuídos em consequência desse exame:

a) *indispensáveis*

Probabilidades

Análise combinatória

b) *necessários*

Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais

Cálculos algébricos

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Estatística

Razões e proporções

Porcentagem

Gráficos de funções e de relações

c) *circunstanciais*

Equações e funções do primeiro grau

Equações e funções exponenciais

Funções do segundo grau

Geometria espacial: poliedros, esferas

Logaritmos

Forma científica de representar números

Binômio de Newton

Conjuntos: relações de pertinência e inclusão, operações

Derivadas de funções de uma variável

Integrais de funções de uma variável

Equações diferenciais

Seqüências

Fatoriais

Como ilustração, transcreve-se texto extraído de Beighelman (1982, p.104-105):

[...] representando os pares de cromossomos por n , o número de combinações possíveis após a meiose é 2^n . Desse modo, em relação a um par cromossômico, $2^n = 2^1 = 2$; em relação a dois pares, $2^n = 2^2 = 4$; em relação a três pares, $2^n = 2^3 = 8$; e em relação aos 23 pares do cariótipo humano normal, $2^n = 2^{23} = 8.388.608$.

Do exposto se tira que, se a associação entre os cromossomos for independente, mesmo não existindo permuta entre os homólogos, o espermatozóide que se une a uma célula sexual feminina apresenta uma dentre 8.388.608 combinações cromossômicas possíveis. Visto que isso também é válido para a célula sexual feminina, tem-se que, nas condições estabelecidas, cada tipo de gameta teria a probabilidade de ocorrência igual a $\frac{1}{8.388.608}$,

enquanto a combinação cromossômica presente em um indivíduo teria probabilidade extremamente pequena, pois seria igual a

$$\frac{1}{8.388.608} \times \frac{1}{8.388.608} = \frac{1}{70.368.744.177.664}$$

E mais um exemplo, extraído de Griffiths e outros (1998, p.769):

Cerca de 70% de todos os brancos norte-americanos podem sentir o gosto da feniltiocarbamida, o restante não. A habilidade em sentir é determinada pelo alelo dominante T, e a inabilidade pelo alelo recessivo t. Supondo-se que a população esteja em equilíbrio de Hardy-Weinberg, quais serão as frequências genotípicas e alélicas nesta população?

Solução

Uma vez que 70% são sensíveis (TT), 30% devem ser insensíveis (tt). Esta frequência de homocigotos recessivos é igual a q^2 , de modo que para obter q, temos que tirar a raiz quadrada de 0,30:

$$q = \sqrt{0,30} = 0,55$$

Como $p + q = 1$, podemos escrever

$$p = 1 - q = 1 - 0,55 = 0,45$$

Agora, podemos calcular

$$\begin{aligned} p^2 &= (0,45)^2 = 0,20 \text{ (TT)} \\ 2pq &= 2 \times 0,45 \times 0,55 = 0,50 \text{ (Tt)} \\ q^2 &= 0,30 \text{ (tt)} \end{aligned}$$

REFERÊNCIAS:

- AZEVEDO, J.L. de; COSTA, S.O .P. da.(org.). **Exercícios práticos de Genética:** para cursos de graduação e pós-graduação. São Paulo: Nacional, 1973.
- BEIGUELMAN, B. **Citogenética Humana.** Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1982.
- CARVALHO, H.C. **Fundamentos de Genética e Evolução.** 3.ed.Rio de Janeiro: Atheneu, 1987.
- De ROBERTIS, E.D.P.; De ROBERTIS, Jr., E.M.F. **Bases da Biologia Celular e Molecular.** 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1993.
- GARDNER, E.J.; SNUSTAD, D.P. **Genética.** 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986.
- GRIFFITHS, A .J.F.; MILLER, J.H.; SUZUKI, D.T.; LEWONTIN, R.C.; GELBART, W.M. **Introdução à Genética.** 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1998.
- GUERRA, M.S. **Introdução à Citogenética Geral.** Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.
- JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular.** 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara - Koogan, 2000.
- THOMPSON, M.V.; McINNES, R.R.; WILLARD, H.F. **Thompson & Thompson:** Genética Médica. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1993.
- VIDAL, B.C.; MELLO, M.L.S. **Biologia Celular.** Rio de Janeiro: Atheneu, 1987.

5.4.4 A Matemática e a Zoologia

Nesta subdivisão da Biologia, os animais, de um modo geral, são estudados

separadamente: os vertebrados e os invertebrados.

Foram examinados 9 (nove) livros. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *indispensáveis*

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

b) *necessários*

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Porcentagem

Gráficos de funções e de relações

c) *circunstanciais*

Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais

Cálculos algébricos

Funções do primeiro grau

Geometria plana: ângulos

Logaritmos

Forma científica de representar números

Estatística

Probabilidades

Análise combinatória

Razões e proporções

Derivadas de funções de uma variável

Integrais de funções de uma variável

Geometria no espaço: retas e planos

Como ilustração, segue parte de texto que mostra a ocorrência da espiral logarítmica, “curva que forma, com todas as retas situadas no seu plano, e passando por um ponto fixo deste plano, um ângulo constante” (SANTOS, 1982, p.84), em diversos fenômenos naturais, desde o formato das ondas no momento em que atinge seu volume máximo antes de cair sobre as areias da praia, até o formato de conchas e caramujos:

Verificamos assim que a espiral logarítmica não é apenas uma idéia abstrata, mas a curva fundamental do crescimento. [...] O crescimento de uma concha é claramente contínuo; não forma zig-zag. Quando apresentam nós, protuberâncias ou pontas, estas têm por base a mesma espiral logarítmica. [...] A curva da concha é uma das mais simples que se conhecem e pode ser traduzida numa fórmula matemática. O diâmetro cresce guardando proporção constante com o comprimento.[...] A constância da relação é tão bem controlada que a largura de cada novo septo é exatamente três vezes a largura do precedente. (PLATT, 1949 apud SANTOS, 1982, p. 84-86).

REFERÊNCIAS:

- BARNES, R.D. **Zoologia dos Invertebrados**. 4.ed. São Paulo:Roca, 1984.
- BARNES, R.S.K; CALOW, P.; OLIVE, P.J.W. **Os invertebrados: uma nova síntese**. São Paulo: Atheneu, 1995.
- HILDEBRAND, M. **Análise da Estrutura dos Vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 1995.
- MARANHÃO, Z.C. **Entomologia Geral**. 3.ed. São Paulo: Nobel, 1976.
- ORR, R.T. **Biologia dos Vertebrados**. 5.ed. São Paulo: Roca, 1986.
- POUGH, F.H.; HEISER, J.B.; McFARLAND, W.N. **A Vida dos Vertebrados**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 1999.
- ROMER, A . S.; PARSONS, T.S. **Anatomia Comparada dos Vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 1985.
- SANTOS, E. **Moluscos do Brasil: (vida e costumes)**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1982.
- STORER, T.I.; USINGER, R.L. **Zoologia Geral**. 3.ed. São Paulo: Nacional, 1977.

5.4.5 A Matemática e a Química

Foram examinados 8 (oito) livros entre títulos de Química e de Bioquímica. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *indispensáveis*

Forma científica de representar números

Gráficos de funções e de relações

b) *necessários*

Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Geometria espacial: poliedros e esferas

Logaritmos

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Razões e proporções

Porcentagem

c) *circunstanciais*

Cálculos algébricos

Equações e funções do primeiro grau

Equações e funções do segundo grau

Equações e funções exponenciais

Inequações do primeiro grau

Inequações logarítmicas

Funções trigonométricas

Geometria plana: ângulos, polígonos, circunferência, círculo

Estatística

Probabilidades

Análise combinatória

Derivadas de funções de uma variável

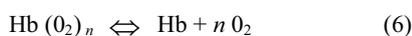
Integrais de funções de uma variável

Seqüências

Função recíproca

Os livros de Química e de Bioquímica apresentam farta utilização da Matemática. Apenas para ilustrar, segue parte de texto que trata da ligação do oxigênio com a hemoglobina, em capítulo que aborda a conformação, dinâmica e função das proteínas, conforme Stryer (1992, p.150):

Em 1913, Archibald Hill mostrou que a curva obtida de dados sobre a ligação do oxigênio à hemoglobina concorda com a equação deduzida para o equilíbrio *hipotético*:



Esta expressão gera

$$Y = (p \text{O}_2)^n / [(p \text{O}_2)^n + (P_{50})^n] \quad (7)$$

que pode ser rearranjada para dar

$$Y / (1-Y) = (p \text{O}_2 / P_{50})^n \quad (8)$$

Esta equação afirma que a relação do oxi-hemo (Y) para o desoxi-hemo (1-Y) é igual à potência n da relação entre $p\text{O}_2$ e P_{50} . Tomando-se os logaritmos de ambos os membros da equação 8, obtém-se

$$\log [Y/(1-Y)] = n \log p\text{O}_2 - n \log P_{50}$$

Um gráfico de $\log [Y/(1-Y)]$ *versus* $\log p\text{O}_2$, chamado gráfico de Hill, aproxima-se de uma linha reta. Sua inclinação n , no ponto médio da ligação ($Y=0,5$), é chamada de *coeficiente de Hill*.

Na Química, como em todos os demais ramos da ciência tratados neste trabalho, a forma científica de representar números é obrigatoriamente utilizada:

O genoma haplóide humano consiste de $3,5 \times 10^9$ pares de bases ou pares de nucleotídeos e cerca de $1,7 \times 10^7$ nucleosomas. (MURRAY, GRANNER, MAYES e RODWELL, 1994, p.391).

REFERÊNCIAS:

- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. 2.e. São Paulo: Sarvier, 1995.
- MAHAN, B.M.; MYERS, R.J. **Química**: um curso universitário. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.
- MONTGOMERY, R.; CONWAY, T.W.; SPECTOR, A. A. **Bioquímica**: uma abordagem dirigida para casos. 5.ed. [?]:Artes Médicas, 1994.
- MORRISON, R.T.; BOYD, R.N. **Química Orgânica**. 11. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1994.
- MURRAY, R.K.; GRANNER, D.K.; MAYWS, P.A. ; RODWELL, V.W. **Harper: Bioquímica**. 7.ed. São Paulo: Atheneu, 1994.
- RUSSEL, J.B. **Química Geral 1**. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1994.
- _____. **Química Geral 2**. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1994.
- STRYER, L. **Bioquímica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1992.

5.4.6 A Matemática e a Fisiologia

Na Fisiologia são estudados os mecanismos funcionais dos organismos, mostrando os princípios físicos e químicos envolvidos nos processos vitais como, por exemplo, na nutrição ou na respiração. Nesta seção, considerou-se a Fisiologia Humana e Animal, já que a Fisiologia Vegetal foi analisada dentro do campo da Botânica.

Foram examinados 7 (sete) livros. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *indispensáveis*

Gráficos de funções e de relações

b) *necessários*

Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais

Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Logaritmos

Forma científica de representar números

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Razões e proporções

Porcentagem

c) *circunstanciais*

Cálculos algébricos

Sistemas lineares com duas equações e duas incógnitas

Sistemas do segundo grau com duas equações e duas incógnitas

Funções do primeiro grau, inclusive funções dadas por mais de uma sentença

Funções exponenciais

Funções logarítmicas

Funções trigonométricas

Estatística

Probabilidades

Análise combinatória

Regra de três simples

Conjuntos: relações de pertinência e inclusão, operações

Limites de funções de uma variável

Derivadas de funções de uma variável

Integrais de funções de uma variável

As aplicações da Matemática nos estudos da Fisiologia Humana e Animal são inúmeras. Citando apenas um exemplo, segue parte de texto extraído de Guyton e Hall (1998, p.106-107):

O fluxo por um vaso sanguíneo é inteiramente determinado por dois fatores: (1) a *diferença da pressão* entre as duas extremidades do vaso, que é a força que empurra o sangue por ele e (2) o impedimento ao fluxo sanguíneo ao longo do mesmo, que é chamado de *resistência* vascular.[...]A resistência ao fluxo R ocorre em resultado do atrito ao longo de todo o comprimento do interior do vaso, cujo fluxo pode ser calculado pela fórmula seguinte, que é chamada de *lei de Ohm*: $Q = \Delta P/R$ na qual Q é o fluxo sanguíneo, ΔP é a diferença da pressão ($P_1 - P_2$) entre as duas extremidades do vaso e R é a resistência. Essa fórmula diz, com efeito, que o fluxo sanguíneo é diretamente proporcional à diferença da pressão mas inversamente proporcional à resistência.

REFERÊNCIAS:

- AIRES, M. M. **Fisiologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1999.
- BERNE, R.M.; LEVY, M.N.; KOLPPEN, B.M.; STANTON, B.A . **Fisiologia**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000.
- GANONG, W.F. **Fisiologia Médica**. 4.ed. São Paulo: Atheneu, 1983.
- GUYTON, A . C. **Tratado de Fisiologia Médica**. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1989.
- GUYTON, A .C.; HALL, J.E. **Fisiologia Humana e Mecanismo das Doenças**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1998.
- JACOB, S.W.; FRANCOME, C.A .; LOSSOW, W.J. **Anatomia e Fisiologia Humana**. 5.e. Rio de Janeiro: Guanabara, 1984.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia Animal**. São Paulo: Edgard Blücher, 1972.

5.4.7 A Matemática e a Física

Foram examinados 5 (cinco) livros, sendo três de Física e dois de Biofísica. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *indispensáveis*

Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais

Cálculos algébricos

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Funções trigonométricas

Forma científica de representar números

Gráficos de funções e de relações

b) *necessários*

Funções do primeiro grau

Funções do segundo grau

Funções exponenciais

Geometria plana: ângulos, polígonos, circunferências, círculos

Logaritmos

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Razões e proporções

Porcentagem

Derivadas de funções de uma variável

Integrais de funções de uma variável

c) *circunstanciais*

Funções logarítmicas

Geometria plana: semelhança

Geometria espacial

Razões e proporções

Limites de funções de uma variável

Derivadas de funções de mais de uma variável

Equações diferenciais

Vetores

Dois exemplos mostram aplicações da Matemática, encontradas em grande quantidade, nos livros de Física e de Biofísica:

Efeito Venturi. Tanto na asma brônquica como no enfisema pulmonar, a impedância dos bronquíolos está muito aumentada. Na asma, isso se deve à redução ativa do diâmetro dessas estruturas. No enfisema pulmonar, ocorre uma tendência ao fechamento dos bronquíolos em virtude do **efeito Venturi**. Este efeito pode ser explicado com base na clássica **equação de Bernoulli** desenvolvida para escoamento de fluidos:

$$\frac{1}{2} \rho v^2 + p = k$$

onde:

ρ – é a densidade do fluido

v – é a velocidade de escoamento

p – é a pressão no ponto do tubo correspondente à velocidade v

k – é uma constante

A análise dessa equação permite concluir-se que o aumento da velocidade de fluxo (v) implica uma redução da pressão interna (p), a fim de manter constante a soma das parcelas. (GARCIA, 2000, p.144).

O potencial elétrico produzido por um dipolo num ponto P distante[...] é:

- diretamente proporcional ao momento do dipolo (m);
- diretamente proporcional ao cosseno do ângulo (α) formado pelo eixo do dipolo e a linha que une o ponto P ao centro do dipolo;
- inversamente proporcional ao quadrado da distância (r) existente entre o centro do dipolo e o ponto P.

Isso pode ser descrito pela equação:

$$V_p = (m \cdot \cos\alpha) / r^2$$

Por esta equação, pode-se observar que todos os pontos situados num plano equatorial ($\alpha=90^\circ$) têm potencial nulo. O potencial será máximo e positivo, quando o ângulo for de 0° , e assumirá um valor máximo negativo, quando o ângulo for de 180° . Esses fatos têm uma implicação importante no registro eletrocardiográfico, pois, a depender da posição em que for colocado o eletrodo explorador, que é responsável pela captação do potencial de uma dada região do coração, poder-se-ão detectar potenciais positivos, negativos ou mesmo nulos. (GARCIA, 2000, p.68)

REFERÊNCIAS:

HENEINE, I.F. **Biofísica Básica**. São Paulo: Atheneu, 2002.

GARCIA, E.A .C. **Biofísica**. São Paulo: Sarvier, 2000.

OKUNO, E.; CALDAS, I.L.; CHOW, C. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Harbra, 1986.

SEARS, F.; ZEMANSKY, M.W.; YOUNG, H.D. **Física 1: Mecânica da Partícula e dos Corpos Rígidos**.2.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1983.

_____. **Física 2: Mecânica dos Fluidos – Calor – Movimento Ondulatório**.2.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1984.

5.4.8 A Matemática e a Anatomia

Sob o título Anatomia são estudadas a forma e a estrutura dos seres vivos. Nesta

seção, estão sendo consideradas a Anatomia Humana e a Anatomia Animal, posto que a Anatomia Vegetal foi incluída na Botânica.

Foram examinados 5 (cinco) livros. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *indispensáveis*

A pesquisa não detectou conteúdo de Matemática indispensável ao estudo da Anatomia

b) *necessários*

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade
Porcentagem

c) *circunstanciais*

Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais
Geometria plana: ângulos, polígonos, circunferência, círculo
Forma científica de representar números
Razões e proporções

Entre as unidades de medidas utilizadas, surgem aquelas que servem para medir comprimentos bastante pequenos, geralmente desconhecidas na vida cotidiana. Por exemplo, segundo Spence (1991, p.22), para medir os componentes da célula é utilizada a unidade de medida denominada Angstrom, que equivale a 1×10^{-7} mm.

São muito freqüentes as comparações de partes do corpo com figuras geométricas:

Além disso, na mulher, o estreito superior é redondo ou oval[...] e o ângulo subpúbico aproxima-se dos 90° . (DANGELO, 1995, p. 183)

O maior eixo do coração – eixo longitudinal (da base ao ápice) é, pois, oblíquo e forma um ângulo de aproximadamente 40° com o plano horizontal e também com o plano meridiano do corpo. (DANGELO, 1995, p.92).

REFERÊNCIAS:

- DANGELO, J.G.; FATTINI, C.A . **Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar:** Para o estudante de Medicina. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 1995.
- MACHADO, A . B. M. **Neuroanatomia Funcional.** São Paulo: Atheneu, 1993.
- ROMER, A . S. **Anatomia Comparada.** Vertebrados. 4.ed. México: Interamericana, 1971.
- SPENCE, A . P. **Anatomia Humana Básica.** 2.ed. São Paulo: Manole, 1991.
- ZORZETTO, N.L. **Curso de Anatomia Humana.** 7.ed. Bauru: Jalovi, 1999.

5.4.9 A Matemática e a Geologia

O objeto de estudo da Geologia é a origem, a formação e as transformações do nosso planeta. Esse conhecimento é considerado básico e indispensável para a compreensão de fenômenos naturais como erupções de vulcões ou terremotos e é importante, também, na identificação e localização das riquezas terrestres.

Segundo Leinz e Amaral (1989, p.3), “A Geologia, como ciência, procura decifrar a história geral da Terra, desde o momento em que se formaram as rochas até o presente.”

Vinculado a esse estudo, encontra-se a Paleontologia, que estuda os animais e vegetais fósseis.

Foram examinados 4 (quatro) livros. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *indispensáveis*

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

b) *necessários*

Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Porcentagem

Gráficos de funções e de relações

c) *circunstanciais*

Equações do primeiro grau

Trigonometria no triângulo retângulo

Forma científica de representar números

Razões e proporções

Regra de três simples

Holmes (1971,p.359-360) ensina como a Matemática permite determinar a profundidade (h) do foco de um terremoto, através da relação $h = d.tg\theta$, em que:

d é a distância entre dois pontos, E e G, da superfície terrestre, em que se mediu as intensidades do terremoto, com um sismógrafo

θ é o ângulo obtido pela relação $n/m = \text{sen}^2 \theta$

n é a intensidade do terremoto no ponto G, mais fraca

m é a intensidade do terremoto no ponto E, mais forte.

REFERÊNCIAS:

HEssel, M. H. R. **Curso Prático de Paleontologia Geral**. Porto Alegre: Editora da Universidade: UFRGS, 1982.

HOLMES, A . **Geologia Física**. 6.ed. Barcelona: Omega, 1971.

LEINZ, V.; AMARAL, S.E. **Geologia Geral**. 11.ed. São Paulo: Nacional, 1989.

McALESTER, A .L. **História Geológica da Vida**. São Paulo: Edard Blücher, 1969.

5.4.10 A Matemática e a Histologia

Por Histologia entende-se a parte da Biologia que estuda as células e os tecidos que compõem os órgãos dos animais.

Foram examinados 4 (quatro) livros. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *indispensável*

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

b) *necessário*

Porcentagem

c) *circunstanciais*

Forma científica de representar números

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Gráficos de funções e de relações

O plasma é um fluido histologicamente homogêneo, ligeiramente alcalino. Quimicamente, contém globulinas, albuminas e sais inorgânicos, principalmente cloreto, bicarbonato e fosfato de sódio. O cálcio está presente em teor notavelmente constante (1 mg por 10 cm³ de sangue). O plasma constitui 55% da quantidade total de sangue e os elementos figurados constituem 45%, isto é, 45 é o valor do hematócrito para sangue normal. (BAILEI, COPENHAVER, BUNGE e BUNGE, 1973, p.150).

REFERÊNCIAS:

- BAILEY, F.R.; COPENHAVER, W.M.; BUNGE, R.P.; BUNGE, M.B. **Histologia**. 16.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973.
- GEORGE, L.L.; ALVES, C.E.R.; CASTRO, R.R.L. **Histologia Comparada**. São Paulo: Roca, 1985.
- HAM, A. W.; CORMACK, D.H. **Histologia**. 8.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1983.
- JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara - Koogan, 1999.

5.4.11 A Matemática e a Evolução

A Evolução estuda os processos pelos quais novos seres vivos surgem a partir de outros que os antecederam, através de transformações naturais. Segundo Futuyma (1992, p.16), “A evolução, um fato e não uma hipótese, é o conceito central e unificador da biologia.”

Foram examinados 4 (quatro) livros. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *indispensáveis*

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Estatística

Gráficos de funções e de relações

b) *necessários*

Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais

Cálculos algébricos

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Equações e funções do segundo grau

Forma científica de representar números

Probabilidades

Razões e proporções

Porcentagem

Derivadas de funções de uma variável

c) *circunstanciais*

Funções exponenciais

Matrizes

Logaritmos

Análise combinatória

Ilustrando a utilização da Matemática nesse campo da Biologia, segue texto extraído de Mayr (1977, p.103):

A lei básica da herança devida a partículas pode ser expressa em termos matemáticos simples. Começamos com um caso hipotético de dois alelos A e a , com o mesmo valor seletivo, que ocorrem juntos em uma população. Se a seqüência de A é q , então a de a será $1-q$, se A e a são os únicos alelos nesse loco. Se admitirmos cruzamento ao acaso, os gametas masculinos $qA+(1-q)a$ fertilizam óvulos $qA+(1-q)a$, produzindo zigotos

$$[qA+(1-q)a] \times [qA+(1-q)a] = q^2 AA + 2q(1-q)Aa + (1-q)^2 aa,$$

de acordo com conhecida lei binomial. [...] A lei expressa nesta fórmula é conhecida como lei de Hardy-Weinberg, que define em termos matemáticos o fato de que, devido à herança por partículas, *a frequência de genes em uma população permanece constante na ausência de seleção, de cruzamento não ao acaso e de acidentes de amostragem.*

REFERÊNCIAS:

- FUTUYMA, D.J. **Biologia Evolutiva**. 2.ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.
 MAYR, E. **Populações, Espécies e Evolução**. São Paulo: Nacional, 1977.
 STEBBINS, G.L. **Processos de Evolução Orgânica**. São Paulo: Polígono, 1970.
 DARWIN, C. **Origem das espécies**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1985.

5.4.12 A Matemática e a Imunologia

A Imunologia é o ramo da Biologia que estuda a forma pela qual um organismo reconhece e reage ao que lhe é estranho.

Segundo Male (1988, p.2), “O sistema imune tem a função de proteger o organismo dos danos causados por microorganismos invasores - bactérias, vírus, fungos e

parasitas.”

Foram examinados 3 (três) livros. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *indispensáveis*

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Gráficos de funções e de relações

b) *necessários*

Forma científica de representar números

Porcentagem

c) *circunstanciais*

Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais

Cálculos algébricos

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Funções logarítmicas

Logaritmos

Probabilidades

Análise combinatória

Razões e proporções

Segundo Sharon (2000, p.44):

Suponhamos, para fins ilustrativos, que, para determinada cadeia, a linhagem germinativa contém 3 genes V (V1-V3) e 5 genes J (J1-J5), num total de 8 segmentos gênicos de região V. Como cada gene V pode unir-se a qualquer gene J, o número

total de combinações gênicas da região V possível de ser produzido é o produto do número de genes V pelo número de genes J; neste caso, 3×5 ou 15.

REFERÊNCIAS:

MALE, D. **Imunologia**. Um resumo ilustrado. 3.ed. São Paulo: Manole, 1988.

ROITT, I.; BROSTOFF, J.; MALE, D. **Imunologia**. 5.ed. São Paulo: Manole, 1999.

SHARON, J. **Imunologia básica**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000.

5.4.13 A Matemática e a Embriologia

A Embriologia trata da formação e do desenvolvimento dos embriões. Segundo Houillon (1972, p.1), “A embriologia é o estudo do desenvolvimento do ovo desde a fecundação até a forma adulta”.

Foram examinados 3 (três) livros. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *indispensáveis*

Não foram encontrados conteúdos de Matemática nestas condições.

b) *necessário*

Porcentagem

c) *circunstanciais*

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Funções do primeiro grau

Forma científica de representar números

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Razões e proporções

Gráficos de funções e de relações

Como exemplo de aplicação, cita-se textos de Moore e Persaud (2000, p.90-100) em que, por meio de gráficos e tabelas, oferecem informações sobre o desenvolvimento do tamanho do feto bem como sobre a velocidade de crescimento fetal em função do tempo.

REFERÊNCIAS:

HOUILLON, C. **Embriologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1972.

JUNQUEIRA, L.C.; ZAGO, D. **Embriologia Médica e Comparada**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1982.

MOORE, K. L.; PERSAUD, T.V.N. **Embriologia Básica**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000.

5.4.14 A Matemática e a Parasitologia

A Parasitologia estuda os parasitos, assim denominados os organismos que se desenvolvem alojados, interna ou externamente, em outros, dos quais retira os nutrientes de que necessita, total ou parcialmente. Foram examinados 3 (três) livros. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *Indispensáveis*

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Porcentagem

b) *necessários*

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

c) *circunstanciais*

Geometria plana: ângulos

Logaritmos

Probabilidades

Razões e proporções

Gráficos de funções e de relações

A figura abaixo, extraída de Neves (2000, p.65), ilustra a utilização de diversos conteúdos de Matemática, tais como porcentagem, escala logarítmica para a confecção do gráfico e tratamento estatístico de informação de interesse público:

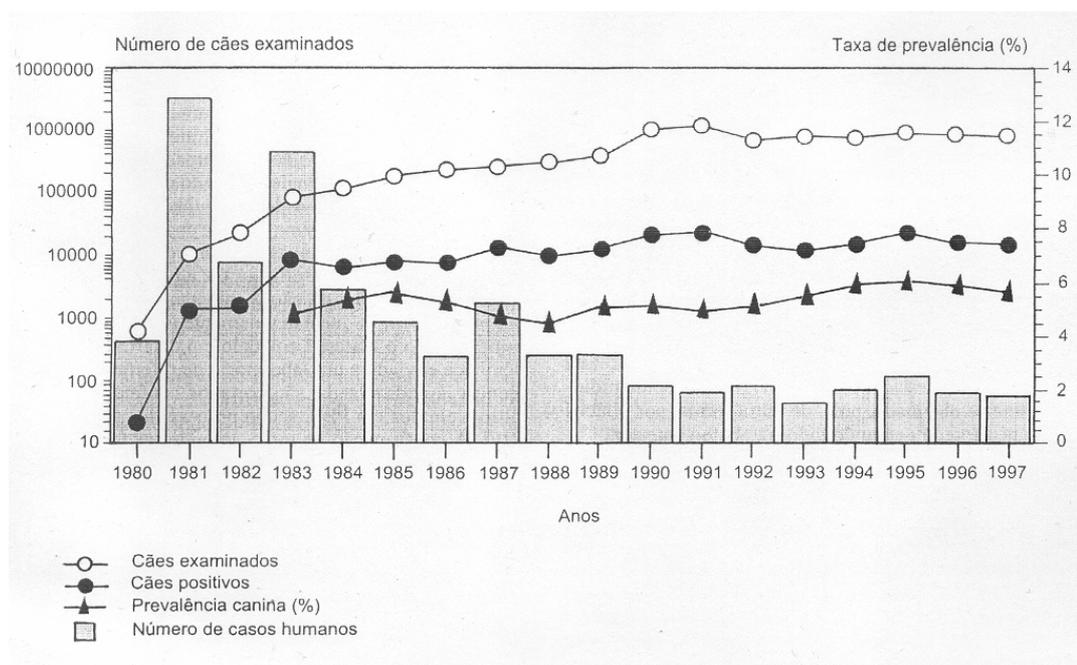


Figura 5.4.14 – Programa de controle da leishmaniose visceral no Brasil no período 1980-1997, conforme Fig.10.4 em Neves (2000.p.65)

REFERÊNCIAS:

NEVES, D.P. **Parasitologia Humana**. 10.ed.São Paulo: Atheneu, 2000.

PESSOA, S.B.; MARTINS, A . V. **Parasitologia Médica**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1982.

REY, L. **Bases da Parasitologia Médica**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1992.

5.4.15 A Matemática e a Microbiologia

A Microbiologia estuda os seres microscópicos, ou seja, os micróbios, e suas interações com outros seres vivos (homens, animais e plantas) bem como com o meio ambiente, segundo Trabulsi (1989, introdução).

Foram examinados 3 (três) livros. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *indispensáveis*

Nenhum conteúdo da Matemática foi encontrado nessas condições.

b) *necessários*

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Porcentagem

Gráficos de funções e de relações

c) *circunstanciais*

Equações exponenciais

Funções do primeiro grau

Funções exponenciais

Funções logarítmicas

Geometria espacial: poliedros

Logaritmos

Forma científica de representar números

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Progressões geométricas

Razões e proporções

Como exemplo, segue-se texto extraído de Pelczar, Chan e Krieg (1996, p.178-179)

Se você começar com uma única bactéria sofrendo uma divisão binária, o aumento no número da população na cultura é o que se segue:

$$1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 8 \rightarrow 16 \rightarrow 32 \rightarrow \dots$$

O que significa que uma célula se divide em duas células, as duas se dividem para produzir quatro, e assim por diante.

Esse aumento pode ser expresso como uma progressão geométrica da seguinte maneira:

$$1 \rightarrow 2^1 \rightarrow 2^2 \rightarrow 2^3 \rightarrow 2^4 \rightarrow 2^5 \rightarrow \dots 2^n$$

onde o expoente n se refere ao número de gerações.

[...]

A população total final N de uma cultura microbiana que começa com *uma* célula pode ser expressa como

$$N = 1 \times 2^n \quad (4)$$

Entretanto, na realidade o número de bactérias inoculadas no tempo zero (N_0) não é 1, mas muitos milhares, então a equação (4) pode ser reformulada como

$$N = N_0 \times 2^n$$

REFERÊNCIAS:

- PELCZAR, Jr. M. J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. **Microbiologia: Conceitos e Aplicações**. 1. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1996.
- PELCZAR, Jr. M. J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. **Microbiologia: Conceitos e Aplicações**. 2. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1996.
- TRABULSI, L.R. **Microbiologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1989.

5.4.16 A Matemática e a Farmacologia

A Farmacologia pode ser definida de forma ampla como a ciência que se ocupa das interações entre sistemas vivos e moléculas, especialmente agentes químicos provenientes de fora do sistema. (KATZUNG, 1994, p.1).

Foram examinados 2 (dois) livros. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *indispensáveis*

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Porcentagem

b) *necessários*

Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais

Logaritmos

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Razões e proporções

Gráficos de funções e de relações

c) *circunstanciais*

Equações logarítmicas

Funções exponenciais

Forma científica de representar números

Estatística

O texto a seguir mostra a utilização de porcentagens para ilustrar uma situação. Como será destacado mais a frente, o conceito de porcentagem é largamente utilizado em quase todos os livros de Biologia sem exigir, no entanto, conhecimentos sofisticados do assunto.

A função renal no recém-nascido, medida como a taxa de filtração glomerular ou como a taxa de secreção tubular máxima, corresponde apenas a 20% do valor nos adultos (normalizada para a superfície corporal). Normalmente, atinge os níveis adultos em menos de uma semana, mas, em lactentes prematuros, esse processo é bem mais lento. A partir da idade de cerca de 20 anos, a função renal começa a cair lentamente, com uma queda de cerca de 25% aos 50 anos e de 50% aos 75 anos. Ocorre uma alteração correspondente na taxa de eliminação renal das drogas. (RANG, DALE e RITTER, 1997, p.627-628).

REFERÊNCIAS:

KATZUNG, B. G. **Farmacologia**. Básica e Clínica. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1994.

RANG, H. P.; DALE, M. M.; RITTER, J. M. **Farmacologia**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1997.

5.4.17 A Matemática e a Saúde Pública

Sob o título de Saúde Pública estão sendo abordados nas escolas temas como Educação para a Saúde e Epidemiologia, sendo esta o estudo das epidemias, visando a prevenção e controle.

Foram examinados 2 (dois) livros. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *indispensáveis*

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Porcentagem

b) *necessários*

Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais

Estatística

Razões e proporções

c) *circunstanciais*

Cálculos algébricos

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Probabilidades

Rouquayrol (1994, p.346-347) ensina os procedimentos para construção de uma

cisterna para coleta de água de chuvas em regiões secas. Admite uma residência com telhado de 40m^2 , considera o coeficiente de aproveitamento da água precipitada de 0,75 e uma precipitação pluviométrica de 500 mm. Com esses dados, calcula que poderão ser recolhidos desse telhado $C = 40 \times 0,50 \times 0,75 = 15\text{ m}^3$ de água durante um ano. Supondo que cada pessoa consome 10 l de água por dia, calcula que a água recolhida pela cisterna poderá suprir as necessidades de água de uma família com 6 pessoas por 8 meses, ou 240 dias, a partir do cálculo $V = 6 \times 10 \times 240 = 14400$ litros, valor inferior aos 15m^3 captados.

REFERÊNCIAS:

FORATTINI, O .P. **Epidemiologia Geral**. [local?]: Artes Médicas, 1980.

ROUQUAYROL, M. Z. **Epidemiologia & Saúde**. 4.ed. Tijuca: Medsi e Científica, 1994.

5.4.18 A Matemática e a Hematologia

A Hematologia estuda o sangue e as doenças com ele relacionadas.

Foi examinado 1 (um) livro. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *indispensável*

Porcentagem

b) *necessário*

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

c) *circunstanciais*

Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Razões e proporções

Gráficos de funções e de relações

Como exemplo, segue texto de Rapaport(1990, p.31):

O organismo conserva o ferro; a perda é desprezível, chegando em um homem normal a aproximadamente 0,9mg por dia a partir de células desprendidas ao intestino, do trato urinário e da pele. *Somente quando se perde sangue* é que quantidades significativas de ferro são perdidas pelo organismo. Um dl de sangue contém aproximadamente 50 mg de ferro em hemoglobina (15g Hb/dl x 3,4mg de ferro/g de Hb). Portanto, uma maneira simples para estimar alterações no conteúdo de ferro do organismo a partir de perda ou ganho de sangue é assumir que 2 ml de sangue contém 1 mg de ferro.

REFERÊNCIA:

RAPAPORT, S.I. **Hematologia**. Introdução. 2.ed. São Paulo: Roca, 1990.

5.4.19 A Matemática e a Patologia

A Patologia é, literalmente, o estudo (logos) do sofrimento (pathos). Mais especificamente, é uma disciplina abrangente que envolve a ciência básica e a prática clínica e dedica-se ao estudo das alterações estruturais e funcionais nas células, tecidos e órgãos que dão origem às doenças. (COTRAN, KUMAR e COLLINS, 2000, p.1).

Foi examinado 1 (um) livro. Como resultado desse exame, os conteúdos de Matemática foram classificados da seguinte forma:

a) *indispensável*

Porcentagem

b) *necessário*

Gráficos de funções e de relações

c) *circunstancial*

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Os exemplos de utilização desses conteúdos são semelhantes aos já apresentados, utilizando gráficos e porcentagens para apresentar resultados de levantamentos a respeito de diversas enfermidades.

REFERÊNCIA:

COTRAN, R. S.; KUMAR, V.; COLLINS, T. **Patologia Estrutural e Funcional**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000.

Assim, concluiu-se essa parte da pesquisa, detalhando os conteúdos matemáticos que mais se fizeram presentes em livros indicados como referências nas cinco instituições de ensino consultadas.

É importante esclarecer **que a utilização de determinados conteúdos exigiu apenas o conhecimento dos conceitos** desses conteúdos. São eles:

Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Porcentagem

Razões e proporções

Limites de funções de uma variável

6 A MATEMÁTICA E OS ALUNOS QUE INGRESSAM NOS CURSOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Uma preocupação de todo professor de Matemática ao planejar suas aulas, em qualquer curso, é o conhecimento de seus alunos. O que sabem eles? Que bagagem trazem de seus cursos anteriores? Que papel terá sido dado à Matemática em suas experiências escolares que antecederam o ingresso no curso superior?

Trata-se de preocupação relevante, pois desconsiderar os conhecimentos prévios dos discentes pode trazer sérios prejuízos ao bom desenvolvimento dos trabalhos escolares. Ao praticar a revisão de determinado conteúdo cujo conhecimento é bem dominado pelos estudantes, o professor corre o risco de, além de ver o seu trabalho desprestigiado e desinteressante, fracassar na promoção do aprendizado a ser alcançado pelos seus alunos. Da mesma forma, a ausência do conhecimento de determinado conteúdo pelos alunos, se ignorada pelo professor, pode causar entraves ao desenvolvimento de conhecimento novo.

Para evitar constrangimento em sala de aula, pelo desinteresse dos alunos em relação ao conteúdo abordado, e para evitar que desnecessárias revisões, embora muitas vezes praticadas com a melhor das intenções, provoquem o cerceamento do direito que os alunos têm de avançar no acesso à cultura produzida pela humanidade, é de fundamental importância que o professor tenha pelo menos uma pálida idéia dos conteúdos de Matemática que seus alunos já conhecem total ou parcialmente.

Nesta seção, pretende-se mostrar, como parte integrante desta pesquisa, os resultados obtidos na busca de informações a respeito dos estudantes dos Cursos de Ciências Biológicas: o que estudaram, quais as suas aspirações e o que julgam que sabem ou não sabem em relação à Matemática.

6.1 A coleta de dados

Para levantar informações, contou-se com a colaboração do pessoal docente e administrativo das escolas M, N, O, P e Q descritas na seção 4. Com o auxílio dos Coordenadores de Curso e das funcionárias de secretaria, foram contatados professores dos primeiros anos dos Cursos de Ciências Biológicas, no início do ano letivo em 2003, que se prontificaram a coletar, entre os alunos ingressantes, respostas ao Questionário 5.

Esse documento continha, em sua primeira página, duas perguntas iniciais: a primeira, referindo-se ao curso concluído pelo estudante antes do ingresso na faculdade e a segunda, consultando-os sobre suas aspirações ao concluir o curso superior. Nas duas páginas seguintes, os alunos encontraram uma relação dos principais conteúdos de Matemática ministrados nos Ensinos Fundamental e Médio, acompanhada da orientação para que fossem anotadas, diante de cada item relacionado, a sua posição pessoal em relação àquele assunto.

Foram tabulados os resultados de 256 questionários, assim distribuídos:

Escola	M	N	O	P	Q
Questionários recolhidos	41	2	92	68	53

Foram desconsiderados 13 outros questionários por terem sido respondidos por alunos de outros cursos: Farmácia, Biomedicina, Enfermagem e Nutrição.

6.2 De onde vêm e para onde vão

A primeira questão do documento preenchido pelos alunos solicitava informações a respeito do que haviam cursado os alunos antes do curso superior, dando-lhes como opções: ensino médio, ensino profissionalizante, “cursinho”, sendo-lhes permitido assinalar mais de

uma resposta, se fosse o caso. Aos alunos que afirmavam ter frequentado cursos profissionalizantes, solicitava-se que especificassem o curso.

Como resultado da tabulação das respostas oferecidas, foi detectada uma grande maioria oriunda do ensino médio e uma expressiva porcentagem dos que frequentaram “cursinhos”, isto é, cursos preparatórios para o vestibular. O resumo das respostas segue abaixo, com os totais assinalados para cada curso:

Ensino Médio: 79

Curso Profissionalizante: 14

“Cursinho”: 43

Ensino Médio e Curso Profissionalizante: 17

Ensino Médio e “Cursinho”: 82

Curso Profissionalizante e “Cursinho”: 5

Curso Médio, Curso Profissionalizante e “Cursinho”: 16

Os resultados ficam melhor visualizados no diagrama que se segue.

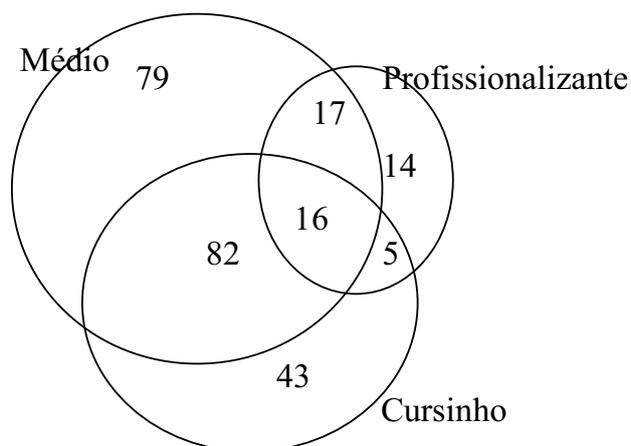


Figura 6.2.1 Cursos frequentados pelos alunos antes do ingresso no curso superior de Ciências Biológicas (ilustração)

Entre os cursos profissionalizantes citados pelos alunos, incluíram-se:

Auxiliar de enfermagem – 4 alunos

Comissário de bordo – 1 aluno

Edificações – 1 aluno

Gestão empresarial – 1 aluno

Informática e secretariado – 4 alunos

Inglês e idiomas – 1 aluno

Instrumentação cirúrgica – 1 aluno

Magistério – 7 alunos

Técnico em açúcar e álcool – 3 alunos

Técnico em administração – 4 alunos

Técnico em agropecuária – 3 alunos

Técnico em decoração – 1 aluno

Técnico em eletrônica – 1 aluno

Técnico em enfermagem – 2 alunos

Técnico em contabilidade – 2 alunos

Técnico em laboratório de biodiagnóstico – 1 aluno

Técnico em mecânica – 1 aluno

Técnico em nutrição e dietética – 1 aluno

Técnico em processamento de dados – 4 alunos

Técnico em química – 2 alunos

Técnico em segurança do trabalho – 1 aluno

Turismo – 2 alunos

Saneamento básico – 1 aluno

Não identificado o curso (citaram apenas a escola) – 3 alunos

Não identificado o curso (ilegível) – 1 aluno

Convém informar que alguns alunos declararam ter feito mais de um curso profissionalizante.

A segunda questão do documento preenchido pelos alunos consultava-os a respeito de suas aspirações ao concluir o curso, dando-lhes como opções: atuar como biólogo, atuar como professor ou outra atuação, sendo que nesta última hipótese o aluno deveria informar qual atividade almejava exercer.

Como resultado da tabulação das respostas oferecidas, encontramos uma grande maioria preferindo atuar como biólogos ao se formarem. O resumo das respostas segue abaixo, com os totais assinalados para cada opção:

Aspiram a atuar como biólogos: 183

Aspiram a atuar como professores: 25

Aspiram a atuar como biólogos e professores: 19

Aspiram a exercer outras atividades: 19

Aspiram a atuar como biólogos e exercer outras atividades: 3

Aspiram a atuar como professores e exercer outras atividades: 4

Aspiram a atuar como biólogos e professores e exercer mais outra atividade:2

Não respondeu: 1

Os resultados ficam melhor visualizados no diagrama que se segue:

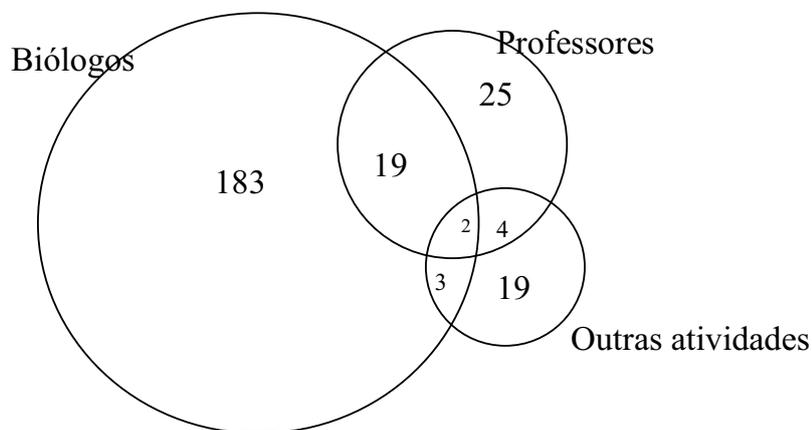


Figura 6.2.2 Profissões que os alunos desejam exercer ao concluírem o Curso de Ciências Biológicas (ilustração)

Entre as atividades citadas pelos alunos como aspirações para as suas vidas profissionais, incluíam-se:

Bioquímica – 3 alunos

Biomedicina – 4 alunos

Carreira acadêmica (mestrado, doutorado) – 2 alunos

Carreira na área da saúde – 1 aluno

Enfermagem padrão – 1 aluno

Fisioterapia – 1 aluno

Medicina – 3 alunos

Medicina veterinária – 1 aluno

Química – 1 aluno

Pesquisa – 5 alunos

Tratamento de água em poço artesiano da família – 1 aluno

Não especificaram – 5 alunos

6.3 Como se colocam diante dos conteúdos de Matemática

Após responder às duas questões iniciais, os alunos passaram a completar com A, B, C ou D o quadro com a relação dos conteúdos de Matemática que poderiam ou não ter sido estudado por eles em cursos anteriores.

Para compreender as tabelas e os gráficos que ilustram o resultado da tabulação dessa última parte do questionário, é necessário relembrar os significados das letras A, B, C e D no documento. Os alunos foram orientados a assinalar:

A - quando, diante do conteúdo elencado, julgassem que nunca o haviam estudado e nem soubessem do que se tratava;

B - se entendessem que o assunto havia sido estudado algum dia, porém dele não se recordavam mais e nem saberiam como utilizá-lo em caso de necessidade;

C - quando julgassem que haviam estudado o assunto algum dia e saberiam como utilizá-lo, se precisassem, bastando recordar um pouco; e

D – quando estivessem diante de conteúdos que dominassem bem.

Durante a contagem das respostas, percebeu-se que alguns alunos deixaram algumas linhas em branco, sem posicionar-se diante de certos conteúdos. Outros, assinalaram letras ou sinais sem que para eles fossem apresentados quaisquer significados. Todos esses casos, quando ocorreram, foram registrados numa coluna extra e identificados, na pesquisa, com a letra **E**.

Os resultados obtidos para cada conteúdo relacionado no questionário serão apresentados, a seguir, um a um, na ordem em que foram apresentados aos alunos no documento da pesquisa, seguindo-se tabelas com os totais apurados, gráficos ilustrativos de cada situação e comentários a respeito das respostas mais significativas numericamente.

Conteúdo 1: Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora.

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	3	14	61	175	3
%	1	5	24	69	1

Tabela 6.3.1 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 1

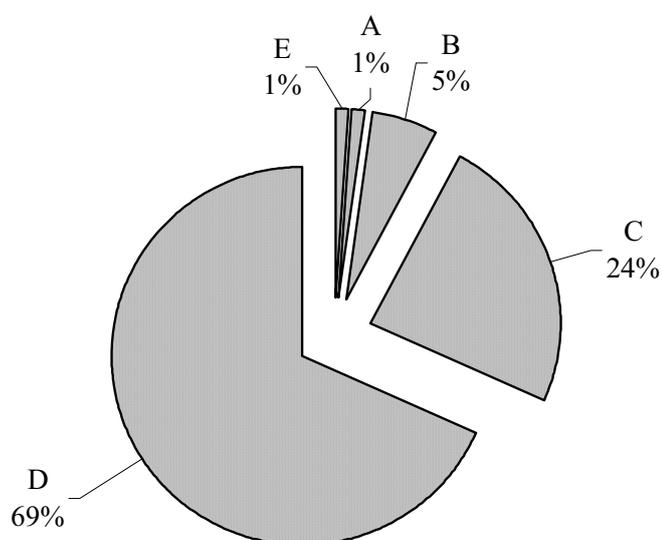


Figura 6.3.1 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 1

Comentário 1: 69% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto e 24% deles declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco.

Conteúdo 2: Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração.

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	4	24	134	91	3
%	2	9	52	36	1

Tabela 6.3.2 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 2.

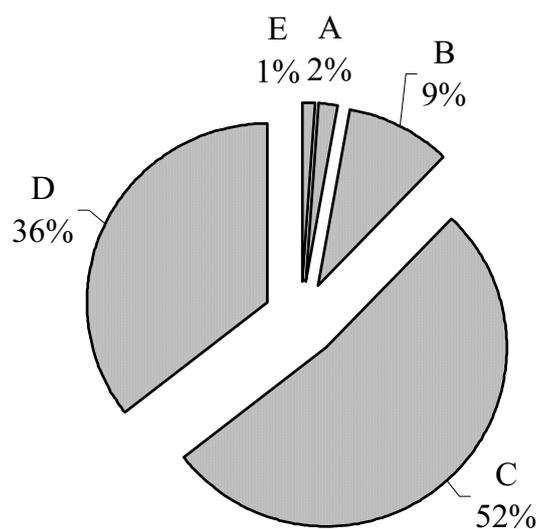


Figura 6.3.2 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 2

Comentário 2: 52% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 36% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 3: Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade.

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	3	31	152	61	9
%	1	12	59	24	4

Tabela 6.3.3. Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 3

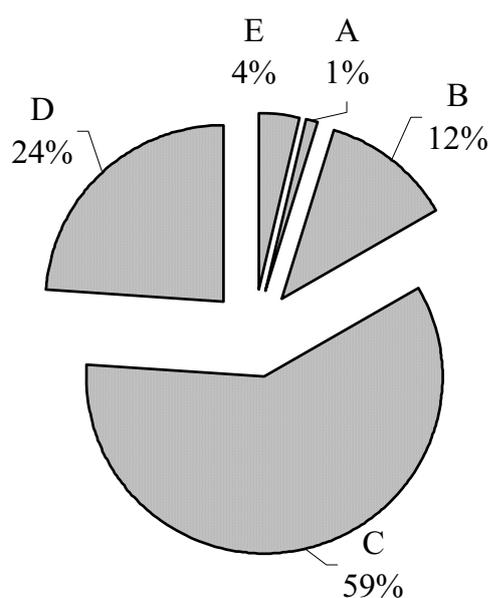


Figura 6.3.3 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 3

Comentário 3: 59% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 24% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 4: Equações do primeiro grau

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	2	15	64	174	1
%	1	6	25	68	0

Tabela 6.3.4 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 4

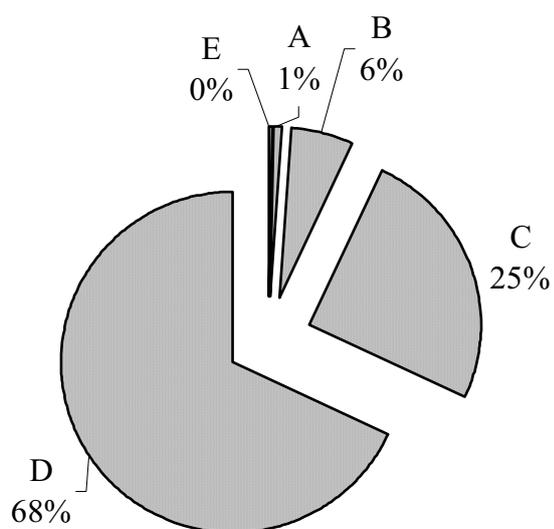


Figura 6.3.4 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 4

Comentário 4: 68% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto e 25% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco.

Conteúdo 5: Equações do segundo grau

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	2	18	69	166	1
%	1	7	27	65	0

Tabela 6.3.5 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 5

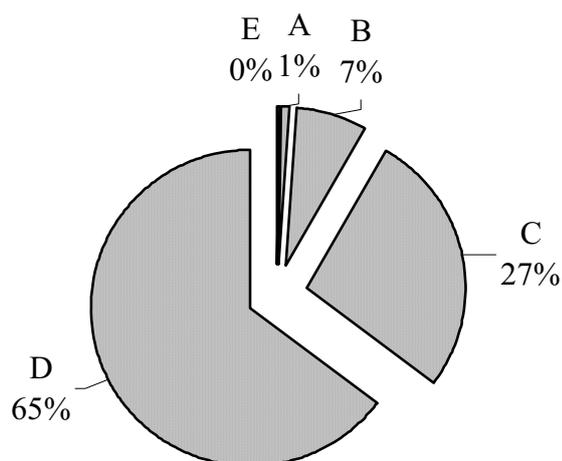


Figura 6.3.5 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 5

Comentário 5: 65% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto e 27% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam em caso de necessidade, bastando recordar um pouco.

Conteúdo 6: Equações biquadradas

Menção	A	B	C	D
Quantidade	29	84	106	37
%	11	33	42	14

Tabela 6.3.6 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 6

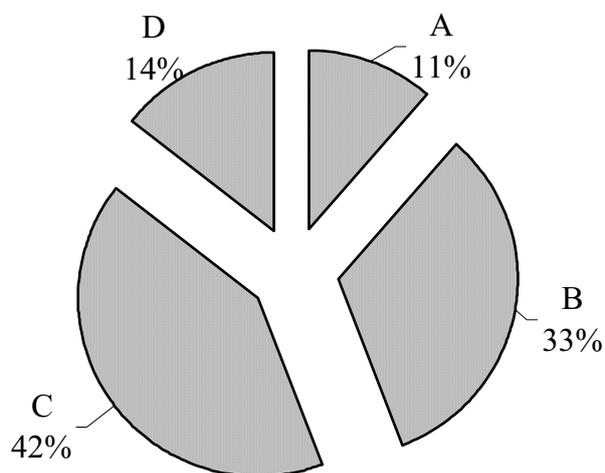


Figura 6.3.6 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 6

Comentário 6: 42% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 33% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 7: Equações irracionais

Menção	A	B	C	D
Quantidade	12	71	144	29
%	5	28	56	11

Tabela 6.3.7 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 7

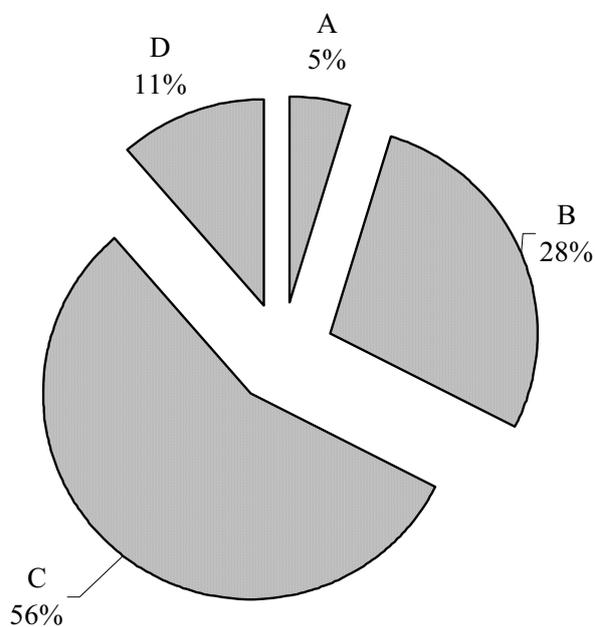


Figura 6.3.7 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 7

Comentário 7: 56% dos alunos afirmaram que estudaram o assunto algum dia e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco, enquanto 28% declararam que estudaram o assunto, mas esqueceram-se dele e não saberiam como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 8: Equações de grau maior que 2

Menção	A	B	C	D
Quantidade	26	75	118	37
%	10	29	47	14

Tabela 6.3.8 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 8

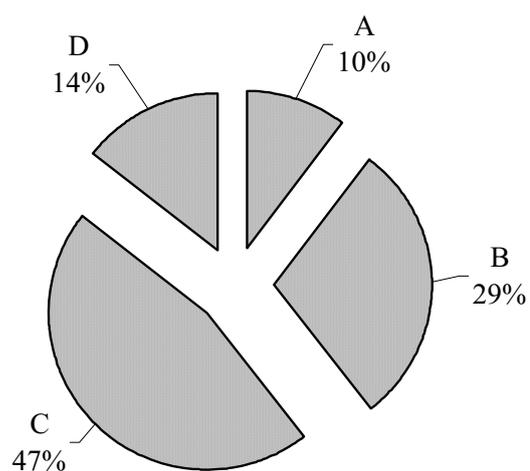


Figura 6.3.8 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 8

Comentário 8: 47% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 29 % dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 9: Equações exponenciais

Menção	A	B	C	D
Quantidade	14	81	124	37
%	5	32	49	14

Tabela 6.3.9 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 9

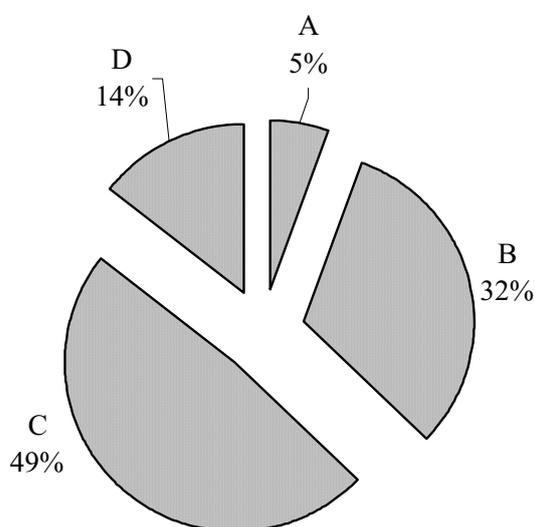


Figura 6.3.9 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 9

Comentário 9: 49 % dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 32 % dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 10: Equações logarítmicas

Menção	A	B	C	D
Quantidade	11	89	120	36
%	4	35	47	14

Tabela 6.3.10 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 10

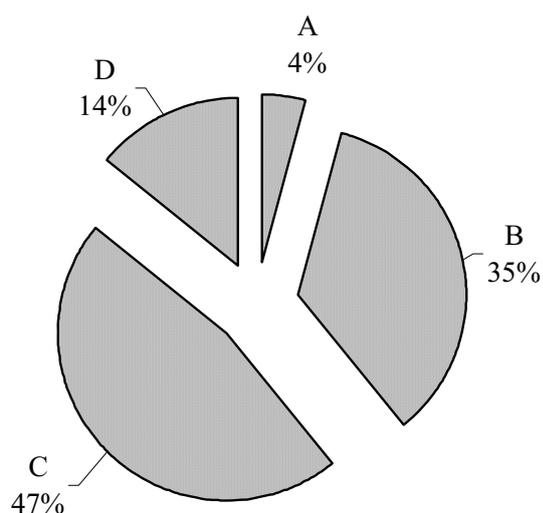


Figura 6.3.10 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 10

Comentário 10: 47 % dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 35 % dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 11: Equações trigonométricas

Menção	A	B	C	D
Quantidade	12	85	129	30
%	5	33	50	12

Tabela 6.3.11 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 11

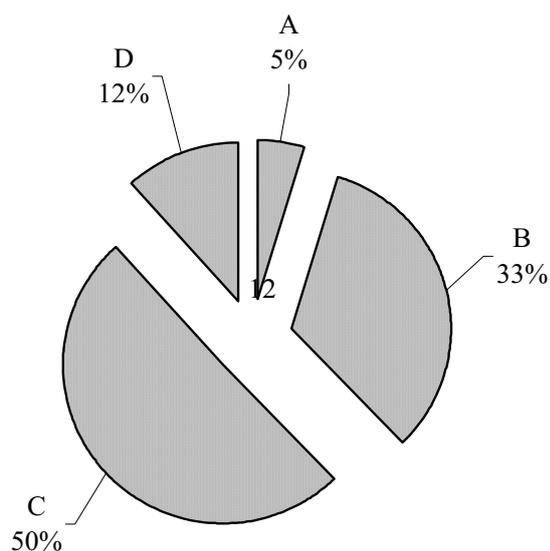


Figura 6.3.11 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 11

Comentário 11: 50 % dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 33 % dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 12: Inequações do primeiro grau

Menção	A	B	C	D
Quantidade	8	41	118	89
%	3	16	46	35

Tabela 6.3.12 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 12

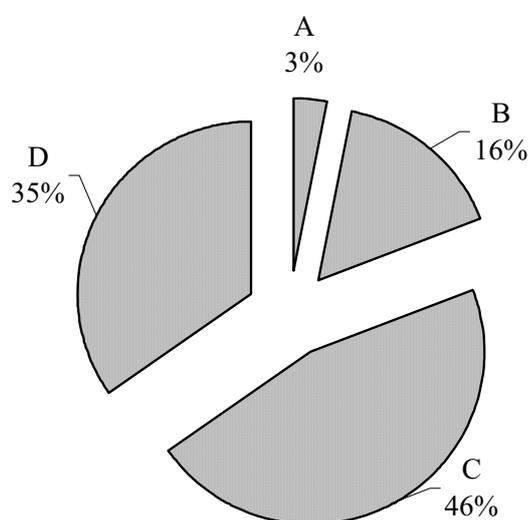


Figura 6.3.12 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 12

Comentário 12: 46 % dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 35 % dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 13: Inequações do segundo grau

Menção	A	B	C	D
Quantidade	11	49	121	75
%	4	19	48	29

Tabela 6.3.13 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 13

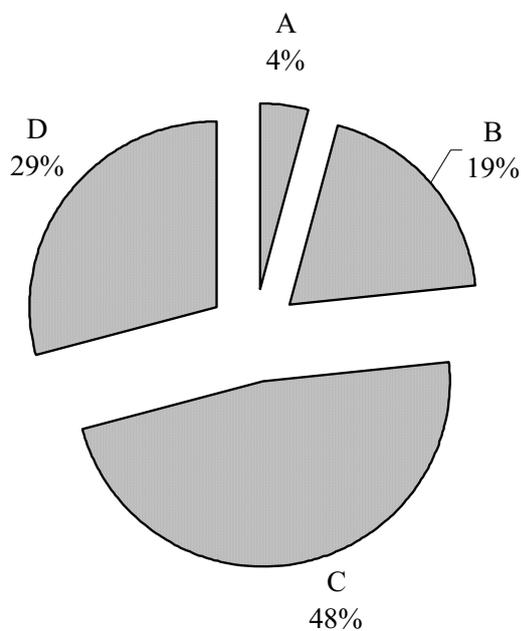


Figura 6.3.13 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 13

Comentário 13: 48 % dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 29 % dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 14: Inequações exponenciais

Menção	A	B	C	D
Quantidade	17	94	118	27
%	7	37	45	11

Tabela 6.3.14 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 14

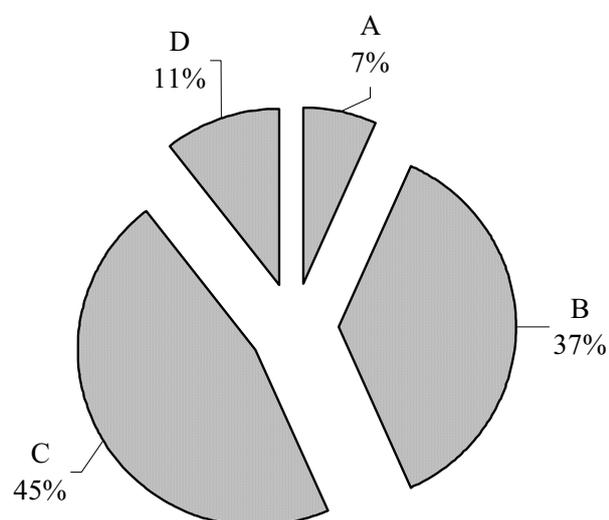


Figura 6.3.14 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 14

Comentário 14: 45 % dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 37 % dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 15: Inequações logarítmicas

Menção	A	B	C	D
Quantidade	22	108	108	18
%	9	42	42	7

Tabela 6.3.15 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 15

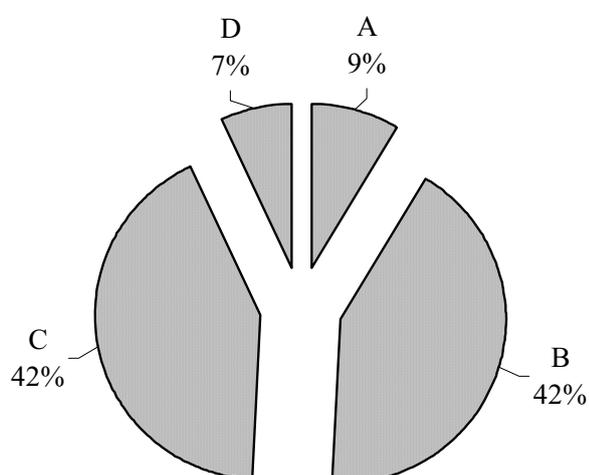


Figura 6.3.15 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 15

Comentário 15: 42 % dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade e 42 % dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco.

Conteúdo 16: Inequações trigonométricas

Menção	A	B	C	D
Quantidade	25	115	97	9
%	10	45	38	7

Tabela 6.3.16 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 16

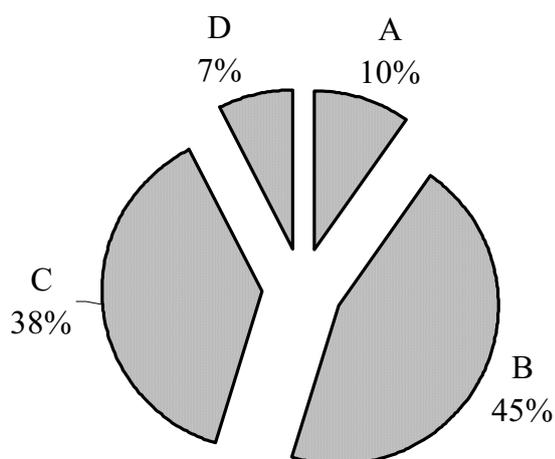


Figura 6.3.16 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 16

Comentário 16: 45 % dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade e 38% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco.

Conteúdo 17: Sistemas lineares com 2 equações e 2 incógnitas

Menção	A	B	C	D
Quantidade	26	78	83	69
%	10	30	33	27

Tabela 6.3.17 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 17

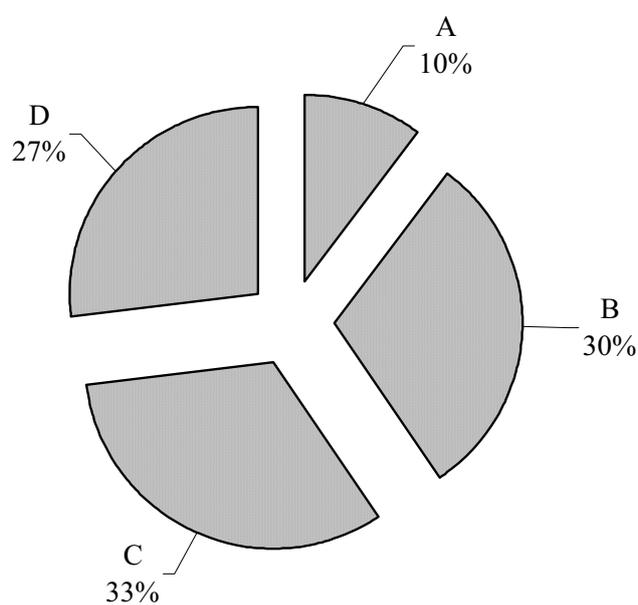


Figura 6.3.17 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 17

Comentário 17: 33 % dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 30% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 18: Sistemas lineares com 3 equações e 3 incógnitas

Menção	A	B	C	D
Quantidade	29	90	89	48
%	11	35	35	19

Tabela 6.3.18 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 18

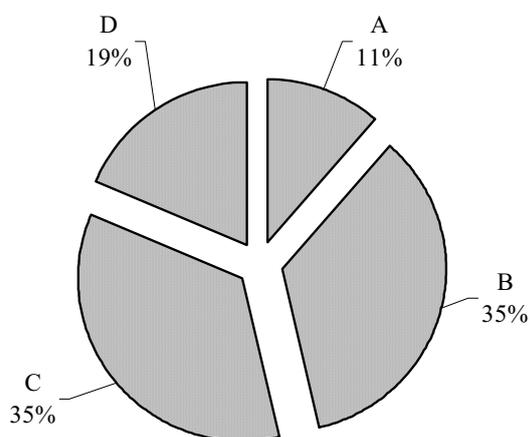


Figura 6.3.18 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 18

Comentário 18: 35 % dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade e 35% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco.

Conteúdo 19: Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas

Menção	A	B	C	D
Quantidade	31	107	94	23
%	12	42	37	9

Tabela 6.3.19 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 19

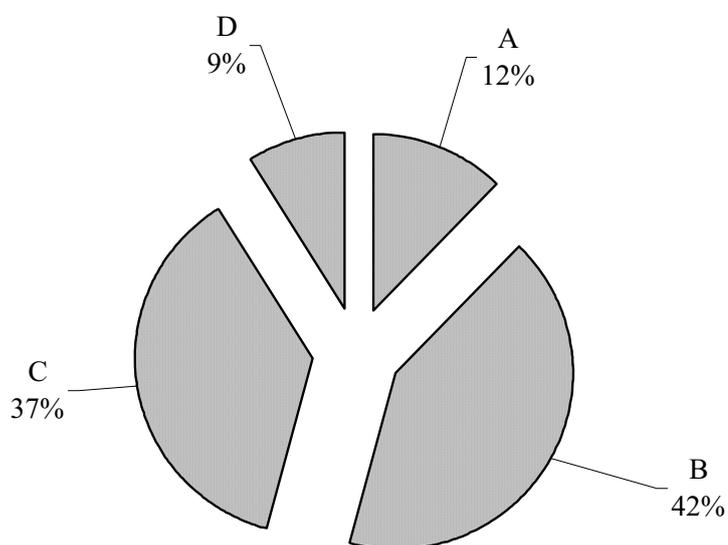


Figura 6.3.19 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 19

Comentário 19: 42 % dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade e 37% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco.

Conteúdo 20: Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas

Menção	A	B	C	D
Quantidade	22	75	101	58
%	9	29	39	23

Tabela 6.3.20 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 20

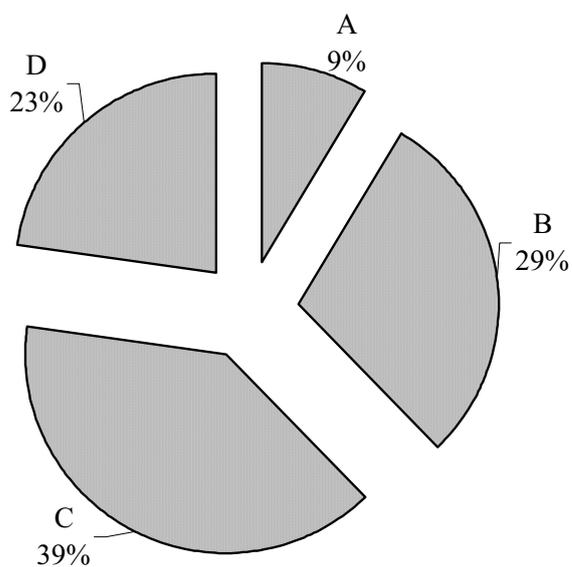


Figura 6.3.20 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 20

Comentário 20: 39 % dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 29 % dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 21: Funções do primeiro grau

Menção	A	B	C	D
Quantidade	7	38	106	105
%	3	15	41	41

Tabela 6.3.21 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 21

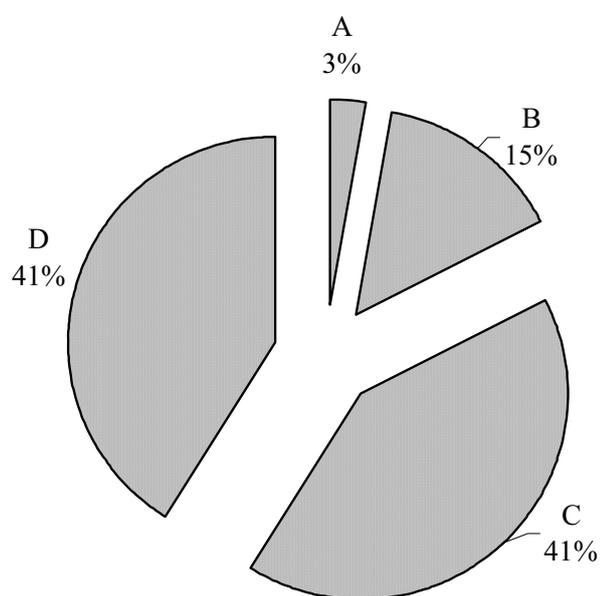


Figura 6.3.21 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 21

Comentário 21: 41 % dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 41% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 22: Funções do segundo grau

Menção	A	B	C	D
Quantidade	7	45	112	92
%	3	18	43	36

Tabela 6.3.22 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 22

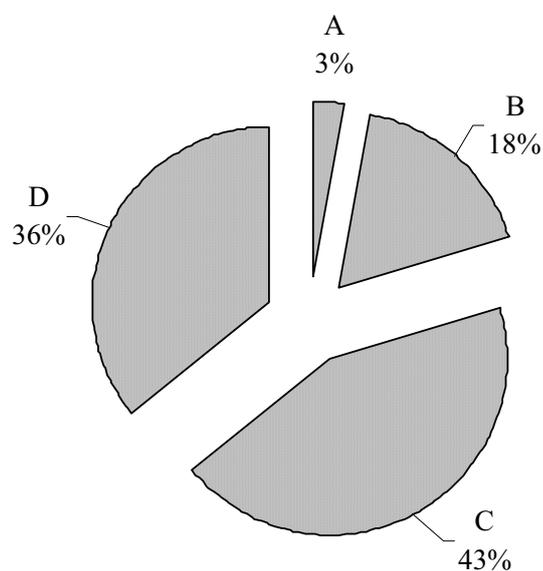


Figura 6.3.22 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 22

Comentário 22: 43 % dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 36% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 23: Funções exponenciais

Menção	A	B	C	D
Quantidade	8	73	130	45
%	3	29	50	18

Tabela 6.3.23 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 23

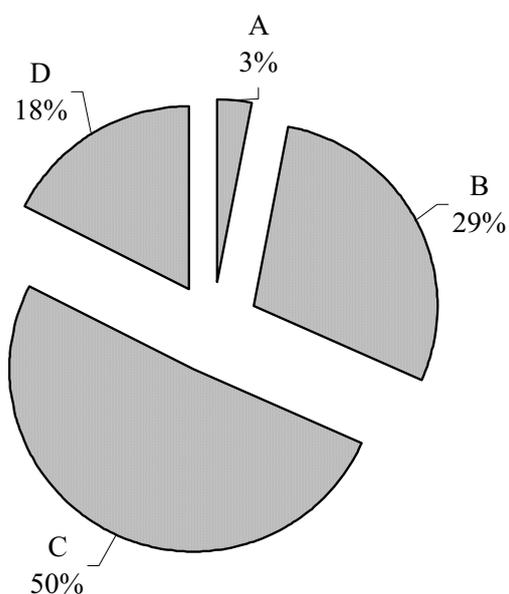


Figura 6.3.23 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 23

Comentário 23: 50% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 29% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 24: Funções logarítmicas

Menção	A	B	C	D
Quantidade	9	99	118	30
%	4	39	45	12

Tabela 6.3.24 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 24

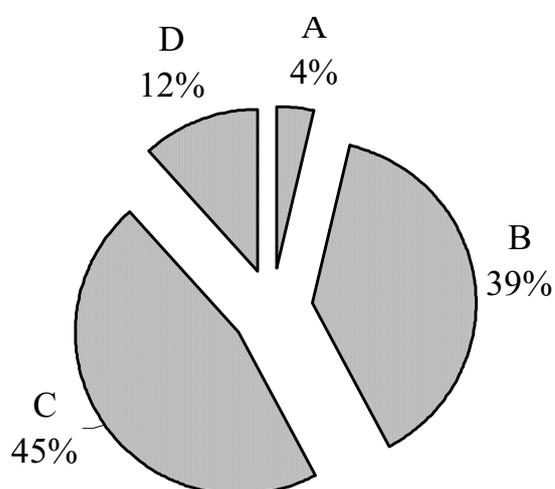


Figura 6.3.24 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 24

Comentário 24: 45% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 39% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 25: Funções trigonométricas

Menção	A	B	C	D
Quantidade	18	95	112	31
%	7	37	44	12

Tabela 6.3.25 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 25

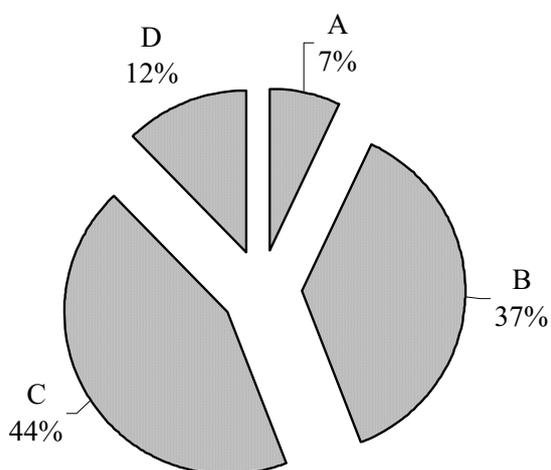


Figura 6.3.25 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 25

Comentário 25: 44% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 37% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 26: Funções quaisquer diversas: de terceiro grau, modulares, constantes, etc.

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	41	116	84	14	1
%	16	46	33	5	0

Tabela 6.3.26 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 26

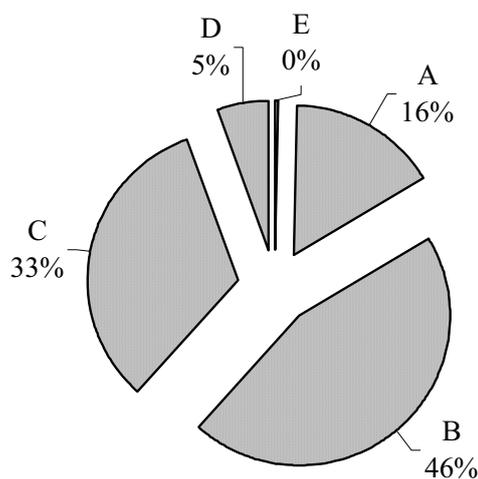


Figura 6.3.26 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 26

Comentário 26: 46% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade e 33% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco.

Conteúdo 27: Matrizes

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	12	33	125	85	1
%	5	13	49	33	0

Tabela 6.3.27 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 27

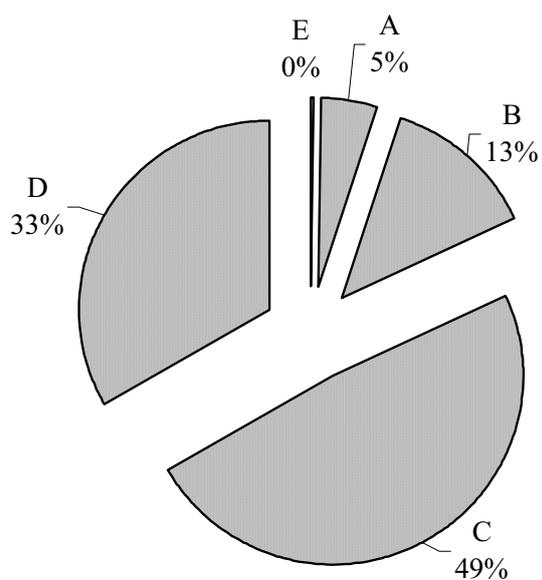


Figura 6.3.27 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 27

Comentário 27: 49% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 33% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 28: Determinantes

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	13	38	119	82	4
%	5	15	46	32	2

Tabela 6.3.28 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 28

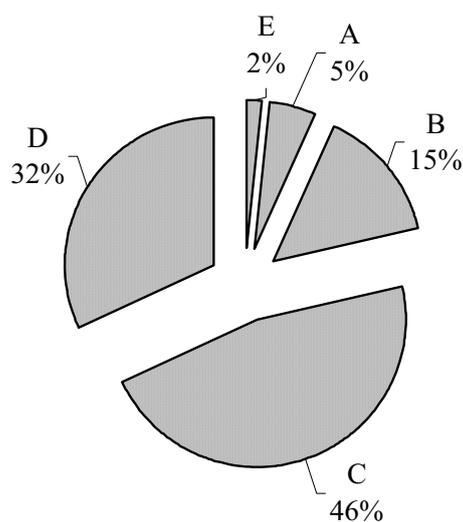


Figura 6.3.28 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 28

Comentário 28: 46% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 32% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 29: Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos regulares, circunferência, círculo

Menção	A	B	C	D
Quantidade	5	49	128	74
%	2	19	50	29

Tabela 6.3.29 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 29

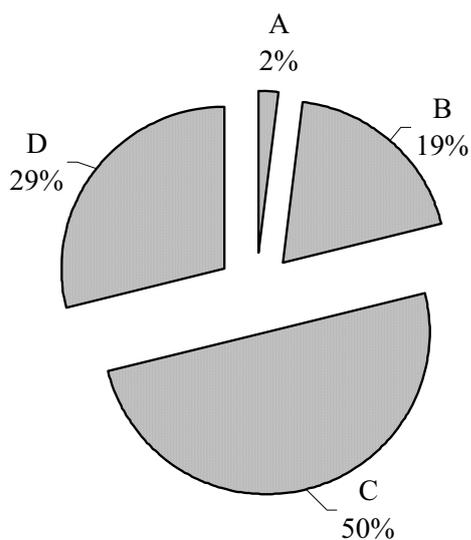


Figura 6.3.29 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 29

Comentário 29: 50% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco; 29% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 30: Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares

Menção	A	B	C	D
Quantidade	9	56	118	73
%	4	22	45	29

Tabela 6.3.30 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 30

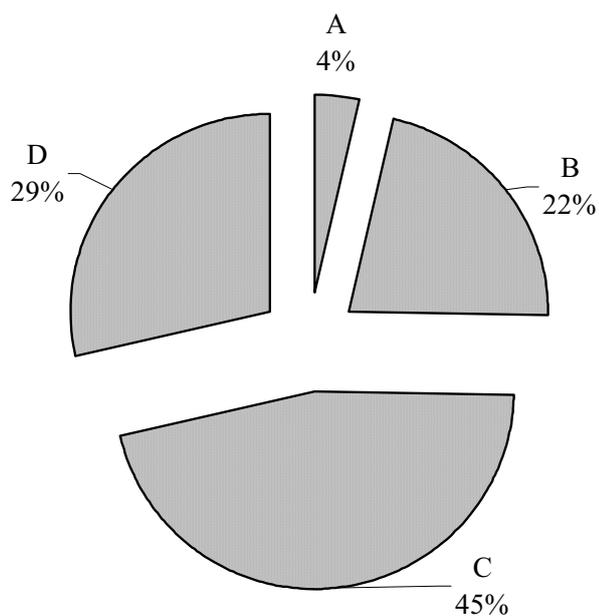


Figura 6.3.30 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 30

Comentário 30: 45% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco; 29% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 31: Geometria plana: semelhança

Menção	A	B	C	D
Quantidade	11	58	110	77
%	4	23	43	30

Tabela 6.3.31 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 31

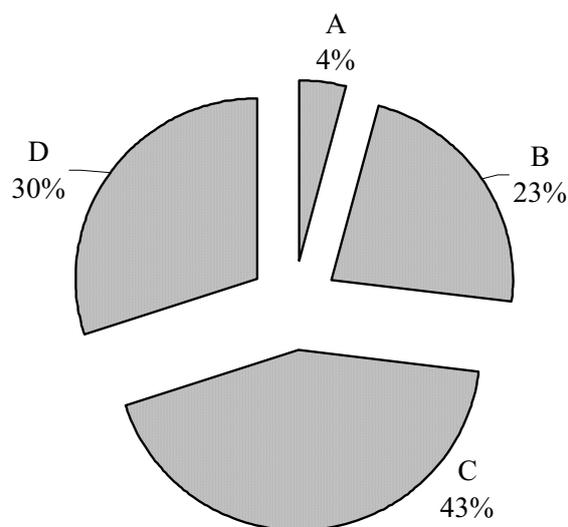


Figura 6.3.31 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 31

Comentário 31: 43% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 30% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 32: Trigonometria no triângulo retângulo

Menção	A	B	C	D
Quantidade	15	52	103	86
%	6	20	40	34

Tabela 6.3.32 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 32

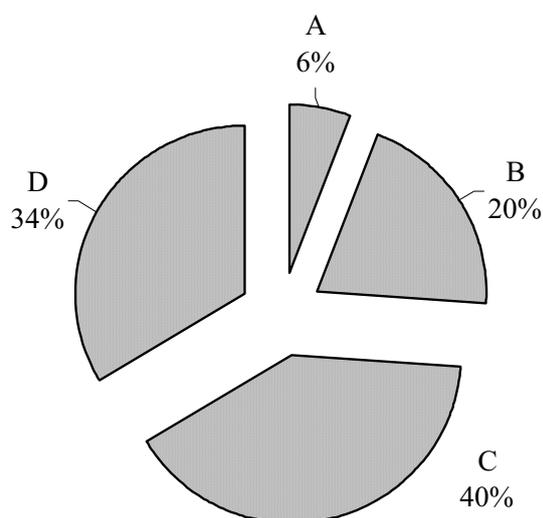


Figura 6.3.32 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 32

Comentário 32: 40% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 34% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 33: Geometria espacial: cubos, prismas, cones, cilindros, pirâmides, esferas

Menção	A	B	C	D
Quantidade	19	68	127	42
%	7	27	50	16

Tabela 6.3.33 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 33

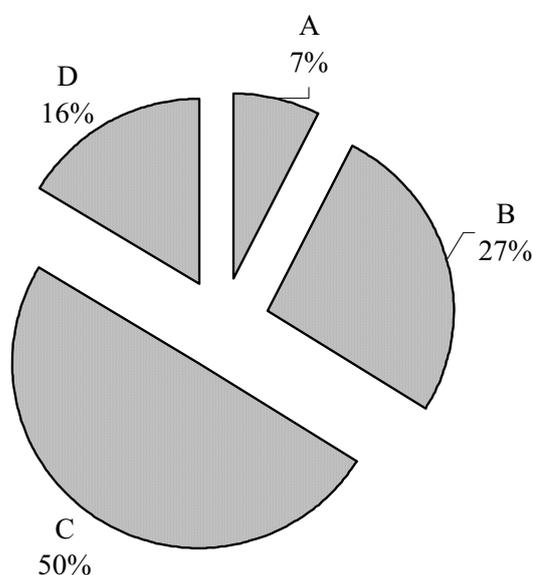


Figura 6.3.33 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 33

Comentário 33: 50% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 27% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 34: Geometria analítica: estudo da reta

Menção	A	B	C	D
Quantidade	14	77	132	33
%	5	30	52	13

Tabela 6.3.34 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 34

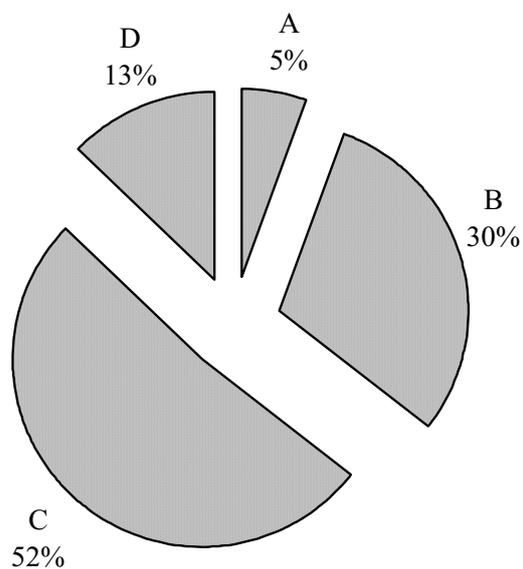


Figura 6.3.34 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 34

Comentário 34: 52% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 30% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 35: Geometria analítica: estudo da circunferência

Menção	A	B	C	D
Quantidade	14	93	128	21
%	5	36	51	8

Tabela 6.3.35 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 35

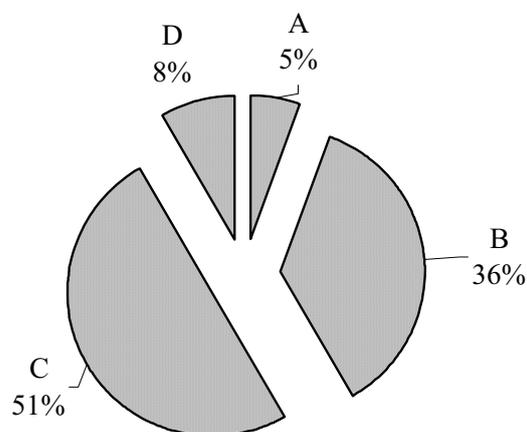


Figura 6.3.35 Respostas dos alunos para o conteúdo 35

Comentário 35: 51% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 36% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 36: Geometria analítica: estudo das cônicas (elipses, hipérboles, parábolas)

Menção	A	B	C	D
Quantidade	37	115	97	7
%	14	45	38	3

Tabela 6.3.36 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 36

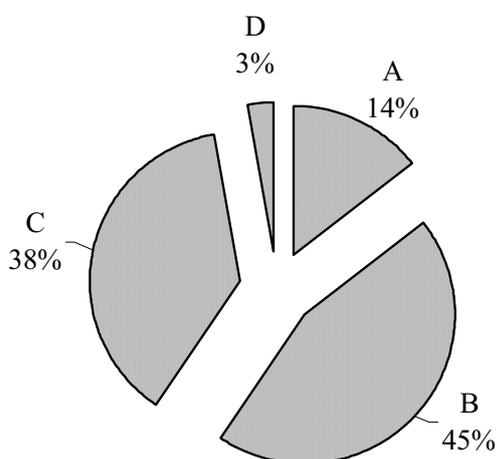


Figura 6.3.36 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 36

Comentário 36: 45% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade e 38% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco.

Conteúdo 37: Logaritmos decimais

Menção	A	B	C	D
Quantidade	30	112	90	24
%	12	44	35	9

Tabela 6.3.37 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 37

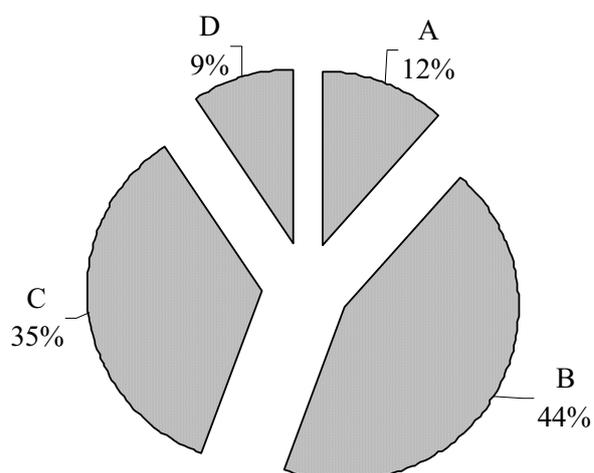


Figura 6.3.37 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 37

Comentário 37: 44% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade e 35% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco.

Conteúdo 38: Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento

Menção	A	B	C	D
Quantidade	56	65	85	50
%	22	25	33	20

Tabela 6.3.38 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 38

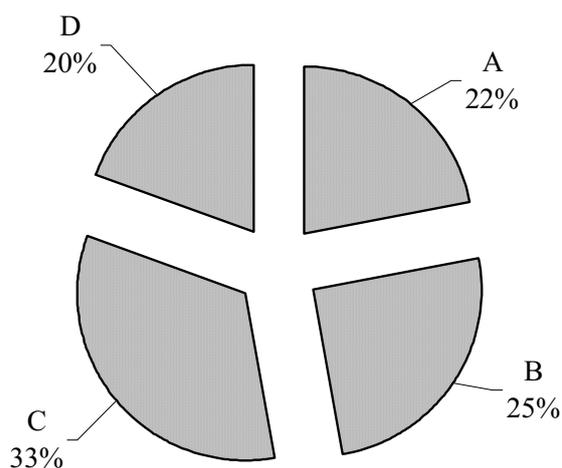


Figura 6.3.38 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 38

Comentário 38: 33% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 25% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 39: Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Menção	A	B	C	D
Quantidade	30	76	103	47
%	12	30	40	18

Tabela 6.3.39 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 39

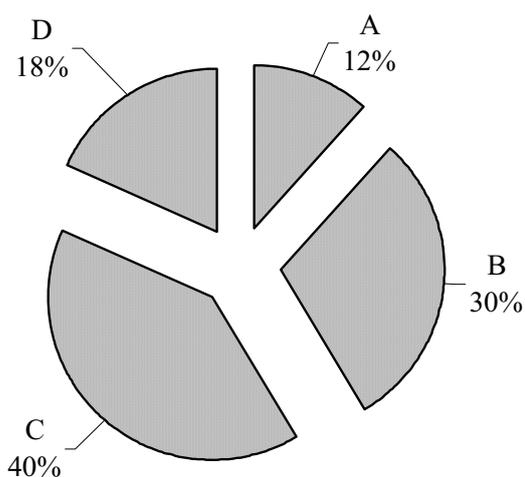


Figura 6.3.39 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 39

Comentário 39: 40% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 30% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 40: Estatística descritiva: médias, moda, mediana, desvios

Menção	A	B	C	D
Quantidade	62	84	85	25
%	24	33	33	10

Tabela 6.3.40 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 40

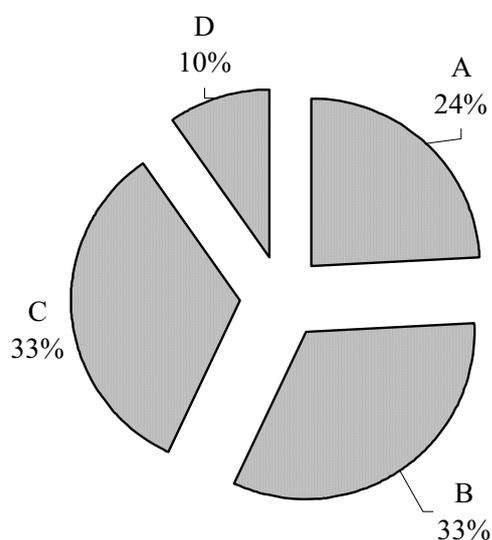


Figura 6.3.40 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 40

Comentário 40: 33% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 33% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 41: Probabilidades

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	13	47	131	55	10
%	5	18	52	21	4

Tabela 6.3.41 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 41

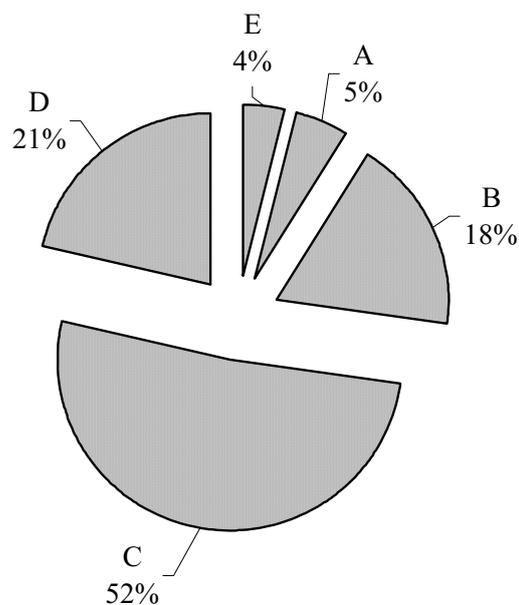


Figura 6.3.41 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 41

Comentário 41: 52% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 21% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 42: Análise combinatória: arranjos, combinações, permutações

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	26	59	124	37	10
%	10	23	49	14	4

Tabela 6.3.42 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 42

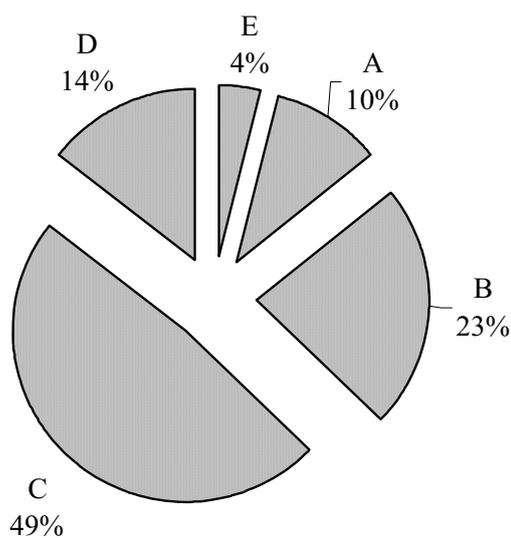


Figura 6.3.42 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 42

Comentário 42: 49% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 23% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 43: Binômio de Newton

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	37	69	111	30	9
%	14	27	43	12	4

Tabela 6.3.43 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 43

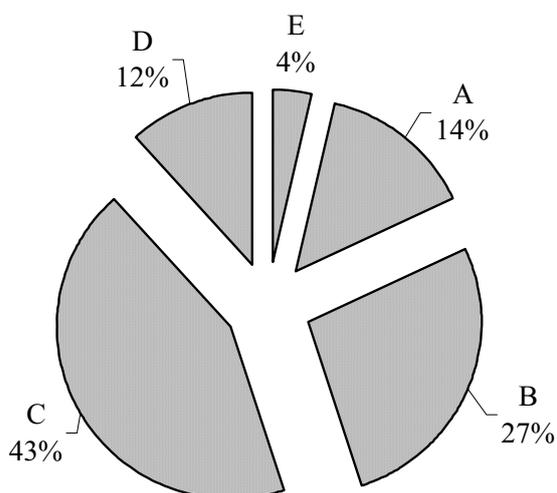


Figura 6.3.43 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 43

Comentário 43: 43% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 27% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 44: Lógica

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	46	74	99	28	9
%	18	29	38	11	4

Tabela 6.3.44 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 44

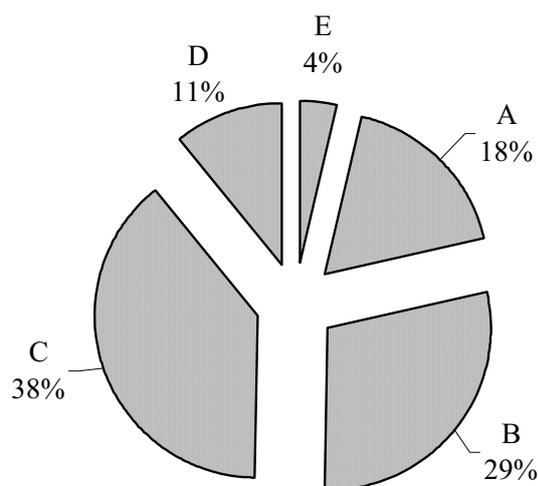


Figura 6.3.44 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 44

Comentário 44: 38% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 29% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 45: Progressões aritméticas

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	13	53	128	53	9
%	5	21	49	21	4

Tabela 6.3.45 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 45

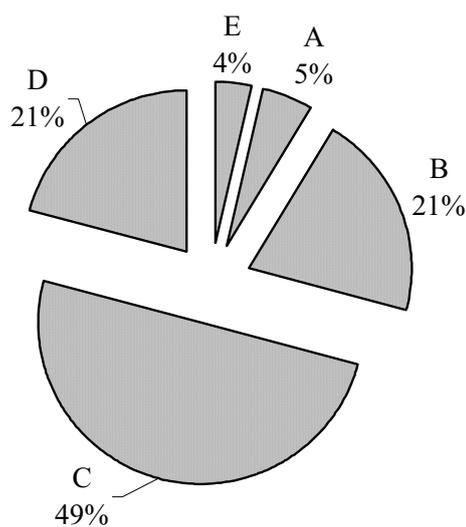


Figura 6.3.45 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 45

Comentário 45: 49% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco; 21% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto e outros 21 % declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 46: Progressões geométricas

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	15	54	132	46	9
%	6	21	51	18	4

Tabela 6.3.46 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 46

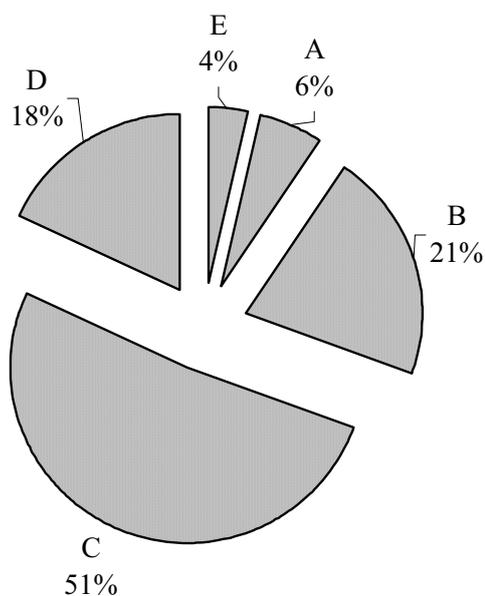


Figura 6.3.46 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 46

Comentário 46: 51% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 21% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 47: Razões e proporções

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	10	52	119	66	9
%	4	20	46	26	4

Tabela 6.3.47 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 47

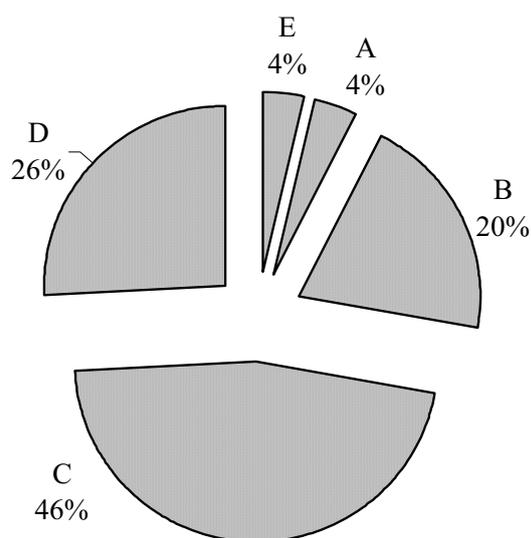


Figura 6.3.47 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 47

Comentário 47: 46% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 26% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 48: Regra de três simples

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	6	22	67	152	9
%	2	9	26	59	4

Tabela 6.3.48 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 48

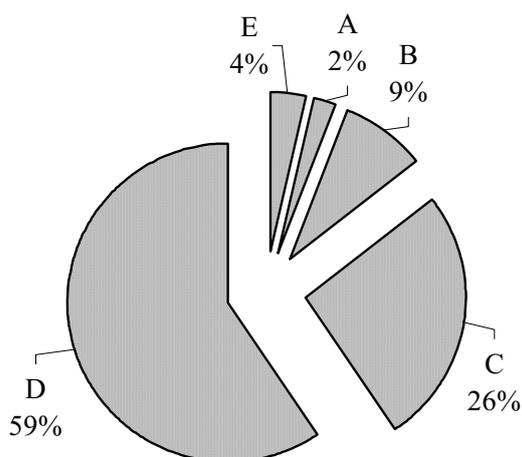


Figura 6.3.48 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 48

Comentário 48: 26% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 59% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 49: Regra de três composta

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	10	23	122	92	9
%	4	9	47	36	4

Tabela 6.3.49 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 49

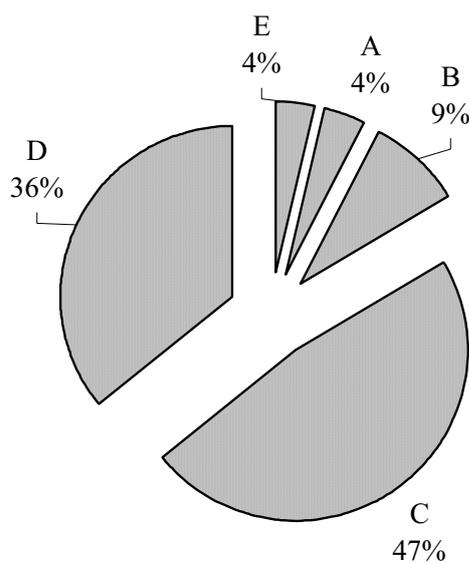


Figura 6.3.49 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 49

Comentário 49: 47% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 36% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 50: Porcentagem

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	3	32	102	110	9
%	1	13	40	42	4

Tabela 6.3.50 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 50

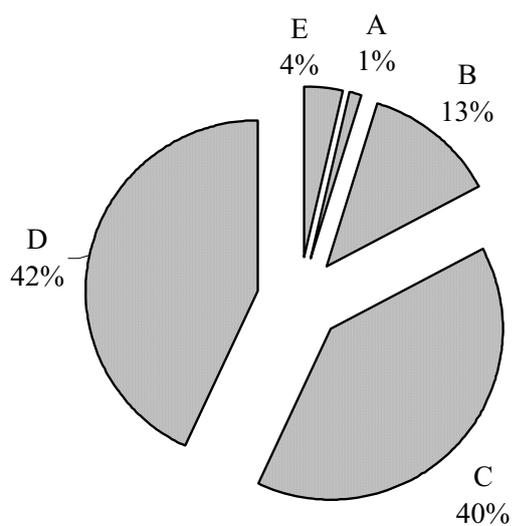


Figura 6.3.50 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 50

Comentário 50: 42% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto e 40% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco.

Conteúdo 51: Juros simples

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	14	44	111	78	9
%	5	17	44	30	4

Tabela 6.3.51 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 51

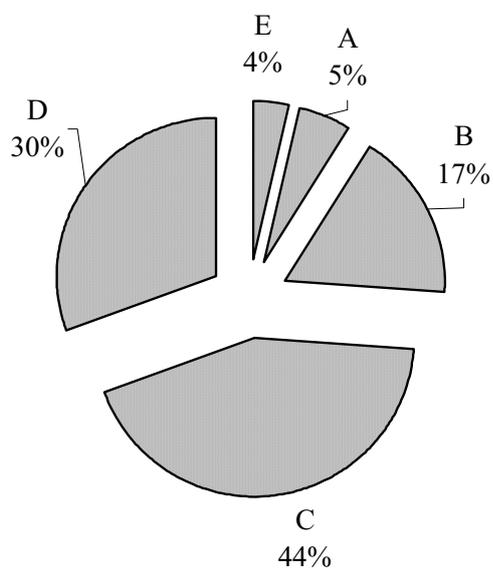


Figura 6.3.51 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 51

Comentário 51: 44% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 30% dos alunos declararam que dominam bem esse assunto.

Conteúdo 52: Juros compostos

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	20	54	126	44	12
%	8	21	49	17	5

Tabela 6.3.52 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 52

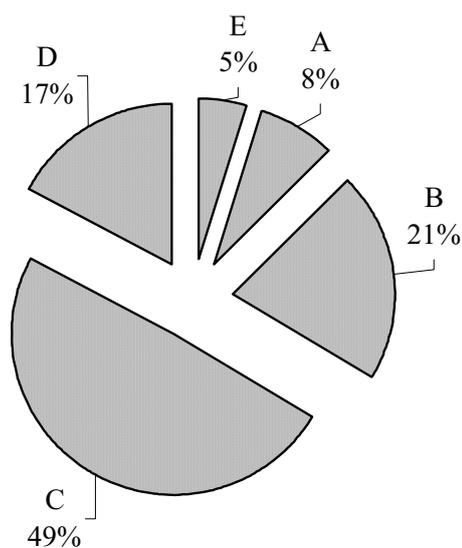


Figura 6.3.52 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 52

Comentário 52: 49% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 21% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade.

Conteúdo 53: Conjuntos: relação de pertinência e de inclusão, união, intersecção, diferença, complementaridade

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	34	64	87	51	20
%	13	25	34	20	8

Tabela 6.3.53 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 53

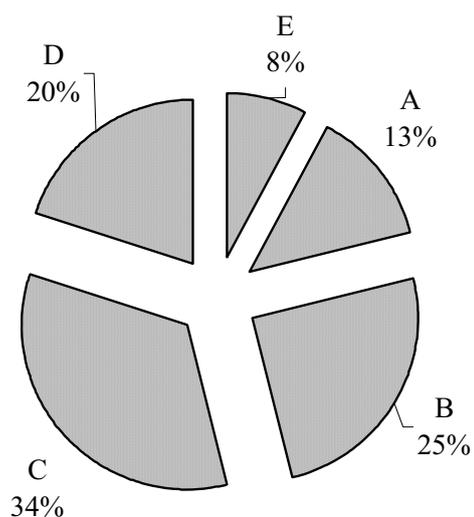


Figura 6.3.53 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 53

Comentário 53: 34% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco e 25% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade .

Conteúdo 54: Limites de funções de uma variável

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	53	87	74	23	19
%	21	34	29	9	7

Tabela 6.3.54 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 54

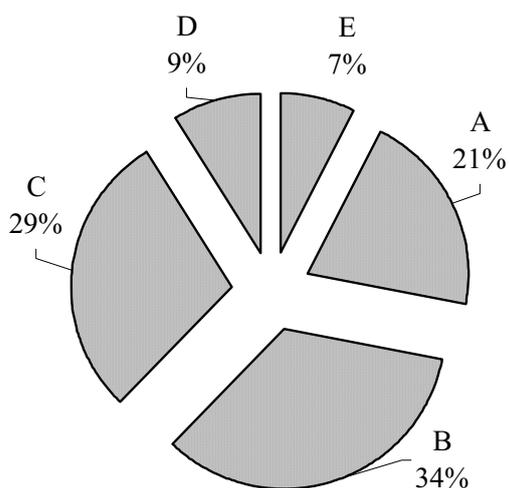


Figura 6.3.54 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 54

Comentário 54: 34% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade e 29% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco.

Conteúdo 55: Derivadas de funções de uma variável

Menção	A	B	C	D	E
Quantidade	64	93	70	8	21
%	25	37	27	3	8

Tabela 6.3.55 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 55

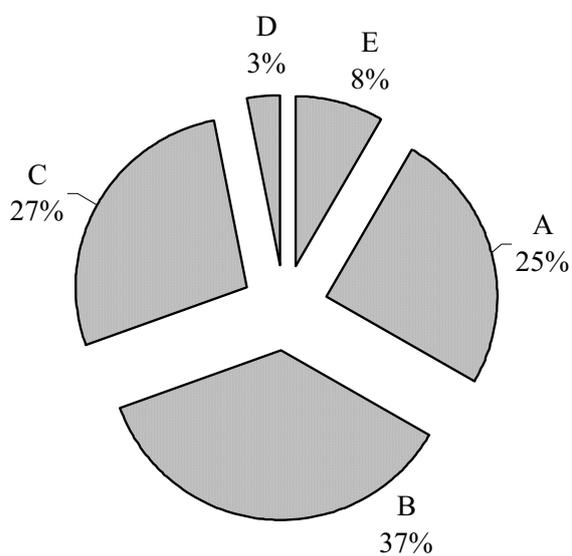


Figura 6.3.55 Respostas dos alunos referentes ao conteúdo 55

Comentário 55: 37% dos alunos declararam ter estudado o assunto algum dia, mas terem se esquecido dele e não saberem como utilizá-lo se houvesse necessidade e 27% dos alunos declararam que estudaram o assunto e saberiam utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco.

QUADRO RESUMO

Conteúdos de matemática relacionados em ordem decrescente de acordo com a quantidade de alunos que declararam conhecer e saber utilizar ou dominar o assunto (soma das porcentagens das respostas C e D do questionário):

No. Nome do conteúdo	%
4. Equações do primeiro grau	93
1. Cálculos numéricos: adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, com ou sem calculadora	92
5. Equações do segundo grau	92
2. Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração	88
48. Regra de três simples	86
49. Regra de três composta	84
3. Sistemas de medidas de: comprimento, área, volume, massa, capacidade	83
50. Porcentagem	83
21. Funções do primeiro grau	82
27. Matrizes	82
12. Inequações do primeiro grau	81
22. Funções do segundo grau	80
28. Determinantes	79
29. Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos regulares, circunferência, círculo	79

No. Nome do conteúdo	%
13. Inequações do segundo grau	77
30. Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares	75
32. Trigonometria no triângulo retângulo	74
51. Juros simples	74
31. Geometria plana: semelhança	73
41. Probabilidades	73
47. Razões e proporções	72
45. Progressões aritméticas	71
46. Progressões geométricas	70
7. Equações irracionais	68
23. Funções exponenciais	68
33. Geometria espacial: cubos, prismas, cones, cilindros, pirâmides, esferas	66
52. Juros compostos	66
34. Geometria analítica: estudo da reta	64
9. Equações exponenciais	63
42. Análise combinatória: arranjos, combinações, permutações	63
11. Equações trigonométricas	62
20. Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas	62
8. Equações de grau maior que 2	61
10. Equações logarítmicas	61
17. Sistemas lineares com 2 equações e 2 incógnitas	59
39. Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	59
24. Funções logarítmicas	58

No. Nome do conteúdo	%
35. Geometria analítica: estudo da circunferência	58
14. Inequações exponenciais	57
6. Equações biquadradas	56
25. Funções trigonométricas	56
43. Binômio de Newton	55
18. Sistemas lineares com 3 equações e 3 incógnitas	54
53. Conjuntos: relação de pertinência e de inclusão, união, intersecção, diferença, complementaridade	54
38. Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento	53
44. Lógica	50
15. Inequações logarítmicas	49
19. Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas	46
16. Inequações trigonométricas	45
37. Logaritmos decimais	45
40. Estatística descritiva: médias, moda, mediana, desvios	43
36. Geometria analítica: estudo das cônicas (elipses, hipérbolas, parábolas)	41
26. Funções quaisquer diversas: de terceiro grau, modulares, constantes, etc.	38
54. Limites de funções de uma variável	38
55. Derivadas de funções de uma variável	30

O levantamento de dados demonstrado neste capítulo teve a finalidade de apontar prováveis lacunas de conhecimento e estabelecer relação de conteúdos suficientemente conhecidos dos alunos, de acordo com informações obtidas junto aos próprios estudantes.

Há que se ressaltar que não foram realizadas avaliações para comprovar ou não as opiniões dos alunos a respeito de seus conhecimentos dos conteúdos de Matemática estudados antes do ingresso no curso superior. Apesar das ressalvas que uma consulta desse tipo merece e dos cuidados que devem cercar a utilização destes dados, entendeu-se que, ainda assim, as informações aqui apresentadas oferecem mais subsídios do que a simples consulta aos programas de ensino e aos livros didáticos utilizados nos níveis médio e fundamental da escolaridade.

Os resultados encontrados neste levantamento têm importância significativa na seleção dos conteúdos mais adequados para a Matemática nos Cursos de Ciências Biológicas, pois fornecem razões para incluir ou para excluir conteúdos da lista daqueles escolhidos em função das indicações das pessoas consultadas, conforme descrito na seção 5.2 ou resultantes da pesquisa bibliográfica, conforme foi descrito na seção 5.4.

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A fase mais formal de análise tem lugar quando a coleta de dados está praticamente encerrada. Nesse momento o pesquisador já deve ter uma idéia mais ou menos clara das possíveis direções teóricas do estudo e parte para “trabalhar” o material acumulado, buscando destacar os principais achados da pesquisa. (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p. 48)

Como preliminar à análise dos resultados desta pesquisa, torna-se conveniente apresentar, de forma conjunta, as opiniões das pessoas consultadas a respeito da importância da Matemática nos Cursos de Ciências Biológicas.

Unificando-se os dados obtidos com as tabulações dos Questionários 1, 2, 3 e 4, respondidos por professores do curso, por alunos concluintes, por professores do ensino fundamental/médio e por biólogos, respectivamente, num total de 171 pessoas, foi possível escrever o seguinte resultado:

102 consideram a Matemática **muito** importante para o Curso

42 consideram a Matemática **mais ou menos** importante para o Curso

16 consideram a Matemática **pouco** importante para o Curso

3 consideram a Matemática **nada** importante para o Curso

8 pessoas não responderam a essa pergunta

Esse resultado pode indicar que as pessoas procuraram responder da melhor forma possível aos quesitos dos documentos que receberam, dado que consideram, na sua maioria, a Matemática importante para os Cursos de Ciências Biológicas.

7.1 Consolidando dados sobre as opiniões das pessoas envolvidas com o tema

Em seguida, passa-se a apresentar, também de forma conjunta, a classificação final dos conteúdos constantes da tabela que foi anexada aos quatro questionários durante a

pesquisa, com base nas médias das frequências relativas (em porcentagens) de respostas “SIM, é importante abordar esse assunto em Cursos de Ciências Biológicas” calculadas para cada conteúdo nos quatro grupos de pessoas consultadas: 1 - professores dos Cursos de Ciências Biológicas, 2 - alunos concluintes dos referidos cursos, 3 - professores de Ciências e de Biologia dos ensinos Fundamental e Médio e 4 - biólogos que exercem profissões distintas do magistério.

Convém lembrar que o número que antecede o nome do conteúdo refere-se à ordem em que referido assunto aparecia nas tabelas anexas aos questionários.

CONTEÚDOS DE MATEMÁTICA QUE DEVEM SER ABORDADOS EM CURSOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

(consolidando dados obtidos através da consulta a 171 pessoas envolvidas com o tema)

Tabela 7.1 – Rol de conteúdos de Matemática em ordem decrescente de votos SIM para a necessidade de ser abordado nos Cursos de Ciências Biológicas

N. Nome do conteúdo	%
39. Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	95
41. Probabilidades	91
40. Estatística descritiva: médias, moda, mediana, desvios	89
50. Porcentagem	88
48. Regra de três simples	85
3. Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade	82
38. Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento	82

Tabela 7.1 – continuação

N. Nome do conteúdo	%
1.Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora	79
47. Razões e proporções	79
49. Regra de três composta	77
42. Análise combinatória: arranjos, combinações, permutações	68
23. Funções exponenciais	67
45. Progressões aritméticas	67
46. Progressões geométricas	66
5.Equações do segundo grau	65
22. Funções do segundo grau	65
2.Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração	64
4.Equações do primeiro grau	64
21. Funções do primeiro grau	63
24. Funções logarítmicas	62
44. Lógica	61
29.Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos regulares, circunferência, círculo	59
9.Equações exponenciais	57
10. Equações logarítmicas	55
37. Logaritmos decimais	55

Tabela 7.1 – continuação

N. Nome do conteúdo	%
30. Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares	53
33. Geometria espacial: cubos, prismas, cones, cilindros, pirâmides, esferas	53
51. Juros simples	53
17. Sistemas lineares com 2 equações e 2 incógnitas	51
25. Funções trigonométricas	51
34. Geometria analítica: estudo da reta	50
54. Limites de funções de uma variável	50
31. Geometria plana: semelhança	49
32. Trigonometria no triângulo retângulo	49
52. Juros compostos	49
11. Equações trigonométricas	48
53. Conjuntos: relação de pertinência e de inclusão, união, intersecção, diferença, complementaridade	48
20. Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas	47
35. Geometria analítica: estudo da circunferência	46
55. Derivadas de funções de uma variável	46
43. Binômio de Newton	45
27. Matrizes	44
12. Inequações do primeiro grau	41
18. Sistemas lineares com 3 equações e 3 incógnitas	41
13. Inequações do segundo grau	40
36. Geometria analítica: estudo das cônicas (elipses, hipérbolas, parábolas)	40

Tabela 7.1 – continuação

N. Nome do conteúdo	%
56. Integrais de funções de uma variável	40
14. Inequações exponenciais	38
16. Inequações trigonométricas	36
19. Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas	36
28. Determinantes	36
6. Equações biquadradas	35
7. Equações irracionais	34
8. Equações de grau maior que 2	34
15. Inequações logarítmicas	34
57. Limites de funções de mais de uma variável	34
59. Integrais de funções de mais de uma variável	31
58. Derivadas de funções de mais de uma variável	30
60. Equações diferenciais	29
26. Funções quaisquer diversas: de terceiro grau, modulares, constantes, etc.	27
61. Continuidade	1
62. Análise e decomposição da variância	1
63. Estatística não paramétrica	1
64. Geometria no espaço: retas e planos	1
70. Técnicas computacionais	1
80. Elaboração de programas para computador	1

Os conteúdos **61**, **62**, **63**, **64**, **70** e **80** foram introduzidos na tabela pelas pessoas consultadas.

7.2 Os conteúdos importantes face aos conhecimentos dos alunos ingressantes

Na seção 6 foi tratada a consulta feita aos alunos que ingressam nos Cursos de Ciências Biológicas sobre seus conhecimentos da Matemática ensinada no Ensino Fundamental e no Ensino Médio.

Conforme foi justificado naquela oportunidade, o referido levantamento visou a obtenção de informações, a partir dos próprios alunos, sobre as lacunas nos conhecimentos matemáticos bem como relacionar os assuntos que já são suficientemente conhecidos.

Consolidando os dados apresentados nas seções 5 e 6, a tabela de conteúdos será, mais uma vez, apresentada, desta feita com três colunas:

- a) a coluna indicativa dos nomes dos conteúdos, antecidos nos números de ordem nas tabelas que foram apresentadas às pessoas consultadas;
- b) a coluna **X** indicativa das porcentagens de pessoas (professores, biólogos e alunos concluintes) que afirmam ser necessário estudar o assunto no curso;
- c) a coluna **Y** indicativa das somas das porcentagens de respostas C e D dadas pelos alunos ingressantes, lembrando que a letra C correspondia à afirmação “você estudou o assunto algum dia e saberia como utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco” e a letra D correspondia à afirmação “você domina bem esse assunto”.

Pretende-se, desta forma, oferecer uma visão global do que foi apurado com os Questionários 1,2,3, 4 e 5 nesta pesquisa.

CONSOLIDANDO RESPOSTAS DOS CINCO QUESTIONÁRIOS

X – porcentagem de pessoas que indicam a necessidade do estudo desse assunto

Y – porcentagem de alunos que declaram já conhecer satisfatoriamente o assunto

Tabela 7.2 – Rol de conteúdos de Matemática consolidando respostas dos cinco questionários utilizados na pesquisa

N. Nome do conteúdo	X %	Y %
39. Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	95	59
41. Probabilidades	91	73
40. Estatística descritiva: médias, moda, mediana, desvios	89	43
50. Porcentagem	88	83
48. Regra de três simples	85	86
3. Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade	82	83
38. Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento	82	53
1. Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora	79	92
47. Razões e proporções	79	72
49. Regra de três composta	77	84
42. Análise combinatória: arranjos, combinações, permutações	68	63
23. Funções exponenciais	67	68
45. Progressões aritméticas	67	71

Tabela 7.2 – continuação

N. Nome do conteúdo	X %	Y %
46. Progressões geométricas	66	70
5. Equações do segundo grau	65	92
22. Funções do segundo grau	65	80
2. Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração	64	88
4. Equações do primeiro grau	64	93
21. Funções do primeiro grau	63	82
24. Funções logarítmicas	62	58
44. Lógica	61	50
29. Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos regulares, circunferência, círculo	59	79
9. Equações exponenciais	57	63
10. Equações logarítmicas	55	61
37. Logaritmos decimais	55	45
30. Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares	53	75
33. Geometria espacial: cubos, prismas, cones, cilindros, pirâmides, esferas	53	66
51. Juros simples	53	74
17. Sistemas lineares com 2 equações e 2 incógnitas	51	59
25. Funções trigonométricas	51	56
34. Geometria analítica: estudo da reta	50	64

Tabela 7.2 – continuação

N. Nome do conteúdo	X %	Y %
54. Limites de funções de uma variável	50	38
31. Geometria plana: semelhança	49	73
32. Trigonometria no triângulo retângulo	49	74
52. Juros compostos	49	66
11. Equações trigonométricas	48	62
53. Conjuntos: relação de pertinência e de inclusão, união, intersecção, diferença, complementaridade	48	54
20. Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas	47	62
35. Geometria analítica: estudo da circunferência	46	58
55. Derivadas de funções de uma variável	46	30
43. Binômio de Newton	45	55
27. Matrizes	44	82
12. Inequações do primeiro grau	41	81
18. Sistemas lineares com 3 equações e 3 incógnitas	41	54
13. Inequações do segundo grau	40	77
36. Geometria analítica: estudo das cônicas (elipses, hipérbolas, parábolas)	40	41
56. Integrais de funções de uma variável	40	-
14. Inequações exponenciais	38	57
16. Inequações trigonométricas	36	45
19. Sistemas lineares – qualquer número de equações e de incógnitas	36	46

Tabela 7.2 – continuação

N. Nome do conteúdo	X %	Y %
28. Determinantes	36	79
6. Equações biquadradas	35	56
7. Equações irracionais	34	68
8. Equações de grau maior que 2	34	61
15. Inequações logarítmicas	34	49
57. Limites de funções de mais de uma variável	34	-
59. Integrais de funções de mais de uma variável	31	-
58. Derivadas de funções de mais de uma variável	30	-
60. Equações diferenciais	29	-
26. Funções quaisquer diversas: de terceiro grau, modulares, constantes, etc.	27	38
61. Continuidade	1	-
62. Análise e decomposição da variância	1	-
63. Estatística não paramétrica	1	-
64. Geometria no espaço: retas e planos	1	-
70. Técnicas computacionais	1	-
80. Elaboração de programas para computador	1	-

7.3 Consolidando dados da pesquisa bibliográfica

Para melhor compreensão da análise que será apresentada nesta seção, torna-se necessário, antes, tecer algumas considerações.

O conteúdo **Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas** foi muito utilizado por todos os autores pesquisados.

Com igual ou maior intensidade, constaram dos livros muitos gráficos demonstrativos de comportamentos de fenômenos que, em grande parte, mais representavam funções e relações entre duas grandezas do que propriamente um levantamento estatístico. Para distinguir esses gráficos dos demais, foi dado a eles o nome **Gráficos de funções e de relações**. Não se procurou identificar a função matemática em cada caso, face ao desconhecimento que a pesquisadora tem de Biologia. Convém alertar que este nome não constava da tabela anexa aos questionários utilizados na pesquisa e, por isso, foi acrescentado com o número de ordem **65**, para facilitar as anotações feitas pela pesquisadora.

Também foram acrescentados os conteúdos: **66. Seqüências**, **67. Fatoriais**, **68. Vetores** e **69. Função recíproca**, encontrados durante a pesquisa, embora classificados como *circunstanciais*, conforme convenção adotada e descrita na seção 5.4, à página 70.

Já o assunto **37. Logaritmos decimais**, na pesquisa bibliográfica tornou-se apenas **37. Logaritmos**, dada a farta utilização de logaritmos neperianos.

Também se alterou o nome do conteúdo **40. Estatística Descritiva: médias, moda, mediana, desvios** para **40. Estatística**, dado que o nome anteriormente utilizado não representava todos os aspectos da aplicação da Estatística nos estudos da Biologia. Essa adequação é corroborada pelo exame dos conteúdos selecionados pelos professores de Bioestatística para a sua disciplina.

Dentro do conteúdo **Análise Combinatória** teve relevância a aplicação do princípio fundamental da contagem.

Um resumo, que se encontra no Apêndice O, do levantamento da pesquisa bibliográfica detalhada na seção 5.4 foi confeccionado pela pesquisadora para melhor visualização dos resultados, utilizando os seguintes critérios para ordenamento:

- a) iniciando-se pelos conteúdos considerados *indispensáveis*, seguindo-se os *necessários* e, finalmente, os *circunstanciais*;
- b) dentro de cada categoria (das três mencionadas no item a), iniciando-se pelo grupo de disciplinas com maior carga horária média, seguindo-se os demais, na ordem apresentada na seção 5.4, na página 69.

RESUMO DOS CONTEÚDOS DE MATEMÁTICA ENCONTRADOS EM LIVROS INDICADOS PARA ESTUDANTES DE CURSOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Primeira parte: *CONTEÚDOS INDISPENSÁVEIS*

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Gráficos de funções e de relações

Probabilidades

Análise Combinatória

Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Forma científica de representar números

Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais

Cálculos algébricos

Funções trigonométricas

Estatística

Porcentagem

Segunda parte: *CONTEÚDOS NECESSÁRIOS*

Equações exponenciais

Funções exponenciais

Funções logarítmicas

Logaritmos

Razões e proporções

Derivadas de funções de uma variável

Geometria espacial: poliedros, cilindros, esferas

Funções do primeiro grau

Funções do segundo grau

Geometria plana: ângulos, polígonos, circunferência, círculo

Integrais de funções de uma variável

Equações do primeiro grau

Terceira parte: *CONTEÚDOS CIRCUNSTANCIAS*

Equações do segundo grau

Equações logarítmicas

Seqüências

Matrizes

Conjuntos: relação de pertinência e de inclusão, união, intersecção, complementaridade

Equações diferenciais

Vetores

Binômio de Newton

Fatoriais

Geometria no espaço: retas e planos

Inequações do primeiro grau

Inequações logarítmicas

Função recíproca

Sistemas lineares com duas equações e duas incógnitas

Sistemas do segundo grau com duas equações e duas incógnitas

Funções do primeiro grau com mais de uma sentença

Regra de três simples

Limites de funções de uma variável

Geometria plana: semelhança

Derivadas de funções de mais de uma variável

Trigonometria no triângulo retângulo

Progressões geométricas

Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas

7.4 O confronto dos dados das pesquisas realizadas

A tabela 7.2, da página 178, será reapresentada com as alterações detalhadas na página 182 e com a inclusão de nova coluna para indicar a classificação de cada conteúdo nela relacionado como *indispensável*, *necessário* ou *circunstancial* conforme constatações decorrentes da pesquisa bibliográfica descrita na seção 5.4 e resumida na listagem da página 183.

Ao lado de cada conteúdo listado serão apresentados os indicadores:

X – percentagem das pessoas consultadas que indicaram a necessidade do estudo, revisão ou aprofundamento desse assunto nos cursos de Ciências Biológicas

Y – percentagem de alunos ingressantes que declararam dominar o assunto ou saber utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco

Z – classificação do assunto decorrente da pesquisa bibliográfica em *indispensável*, *necessário* ou *circunstancial*.

CONSOLIDANDO TODOS OS RESULTADOS DA PESQUISA

(conteúdos listados em ordem decrescente de porcentagens da coluna X)

X(%) – pessoas que indicam a necessidade do estudo desse assunto

Y(%) – alunos que declaram já conhecer satisfatoriamente o assunto

Z – necessidade do assunto detectada na pesquisa bibliográfica

Tabela 7.4 – Consolidando todos os resultados da pesquisa

N. Nome do conteúdo	X %	Y %	Z Indispensável Necessário Circunstancial
39. Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	95	59	<i>Indispensável</i>
41. Probabilidades	91	73	<i>Indispensável</i>
40. Estatística	89	43	<i>Indispensável</i>
50. Porcentagem	88	83	<i>Indispensável</i>
48. Regra de três simples	85	86	<i>Circunstancial</i>
3.Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade	82	83	<i>Indispensável</i>
38.Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento	82	53	<i>Indispensável</i>
1.Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora	79	92	<i>Indispensável</i>
47. Razões e proporções	79	72	<i>Necessário</i>
49. Regra de três composta	77	84	-

Tabela 7.4 – continuação

N. Nome do conteúdo	X %	Y %	Z <i>Indispensável</i> <i>Necessário</i> <i>Circunstancial</i>
42. Análise combinatória: princípio fundamental da contagem, arranjos, combinações, permutações	68	63	<i>Indispensável</i>
23. Funções exponenciais	67	68	<i>Necessário</i>
45. Progressões aritméticas	67	71	-
46. Progressões geométricas	66	70	<i>Circunstancial</i>
5. Equações do segundo grau	65	92	<i>Circunstancial</i>
22. Funções do segundo grau	65	80	<i>Necessário</i>
2. Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração	64	88	<i>Indispensável</i>
4. Equações do primeiro grau	64	93	<i>Necessário</i>
21. Funções do primeiro grau	63	82	<i>Necessário</i>
24. Funções logarítmicas	62	58	<i>Necessário</i>
44. Lógica	61	50	-
29. Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos regulares, circunferência, círculo	59	79	<i>Necessário</i>
9. Equações exponenciais	57	63	<i>Necessário</i>
10. Equações logarítmicas	55	61	<i>Circunstancial</i>
37. Logaritmos	55	45	<i>Necessário</i>
30. Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares	53	75	-
33. Geometria espacial: cubos, prismas, cones, cilindros, pirâmides, esferas	53	66	<i>Necessário</i>

Tabela 7.4 – continuação

N. Nome do conteúdo	X %	Y %	Z <i>Indispensável</i> <i>Necessário</i> <i>Circunstancial</i>
17. Sistemas lineares com 2 equações e 2 incógnitas	51	59	<i>Circunstancial</i>
25. Funções trigonométricas	51	56	<i>Indispensável</i>
34. Geometria analítica: estudo da reta	50	64	-
54. Limites de funções de uma variável	50	38	<i>Circunstancial</i>
31. Geometria plana: semelhança	49	73	<i>Circunstancial</i>
32. Trigonometria no triângulo retângulo	49	74	<i>Circunstancial</i>
52. Juros compostos	49	66	-
11. Equações trigonométricas	48	62	-
53. Conjuntos: relação de pertinência e de inclusão, união, intersecção, diferença, complementaridade	48	54	<i>Circunstancial</i>
20. Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas	47	62	<i>Circunstancial</i>
35. Geometria analítica: estudo da circunferência	46	58	-
55. Derivadas de funções de uma variável	46	30	<i>Necessário</i>
43. Binômio de Newton	45	55	<i>Circunstancial</i>
27. Matrizes	44	82	<i>Circunstancial</i>
12. Inequações do primeiro grau	41	81	<i>Circunstancial</i>
18. Sistemas lineares com 3 equações e 3 incógnitas	41	54	-
13. Inequações do segundo grau	40	77	-
36. Geometria analítica: estudo das cônicas (elipses, hipérbolas, parábolas)	40	41	-
56. Integrais de funções de uma variável	40	-	<i>Necessário</i>

Tabela 7.4 – continuação

N. Nome do conteúdo	X %	Y %	Z <i>Indispensável</i> <i>Necessário</i> <i>Circunstancial</i>
14. Inequações exponenciais	38	57	-
16. Inequações trigonométricas	36	45	-
19. Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas	36	46	<i>Circunstancial</i>
28. Determinantes	36	79	-
6. Equações biquadradas	35	56	-
7. Equações irracionais	34	68	-
8. Equações de grau maior que 2	34	61	-
15. Inequações logarítmicas	34	49	<i>Circunstancial</i>
57. Limites de funções de mais de uma variável	34	-	-
59. Integrais de funções de mais de uma variável	31	-	-
58. Derivadas de funções de mais de uma variável	30	-	<i>Circunstancial</i>
60. Equações diferenciais	29	-	<i>Circunstancial</i>
26. Funções quaisquer diversas: de terceiro grau, modulares, constantes, etc., inclusive: funções definidas por mais de uma sentença	27	38	<i>Ver Gráficos de funções e de relações</i>
61. Continuidade	1	-	-
62. Análise e decomposição da variância	1	-	-
63. Estatística não paramétrica	1	-	<i>Ver Estatística</i>
64. Geometria no espaço: retas e planos	1	-	<i>Circunstancial</i>
65. Gráficos de funções e de relações	-	-	<i>Indispensável</i>

Tabela 7.4 – continuação

N. Nome do conteúdo	X %	Y %	Z <i>Indispensável</i> <i>Necessário</i> <i>Circunstancial</i>
66. Seqüências	-	-	<i>Circunstancial</i>
67. Fatoriais	-	-	<i>Circunstancial</i>
68. Vetores	-	-	<i>Circunstancial</i>
69. Função recíproca	-	-	<i>Circunstancial</i>
70. Técnicas computacionais	1	-	-
80. Elaboração de programas para computador	1	-	-

Comparando entre si as informações contidas na Tabela 7.4, acima, percebe-se muita convergência dos resultados. Porém, apesar da ocorrência de significativa coincidência entre os conteúdos recomendados pelas pessoas que colaboraram com esta pesquisa e aqueles apontados com a análise dos livros científicos, isso não aconteceu na totalidade dos casos.

Os casos de divergências serão analisados, caso a caso, a seguir.

a) Conteúdos sugeridos pela maioria das pessoas consultadas e não percebidos na pesquisa bibliográfica:

Regra de três composta: não foi detectada sua utilização na pesquisa bibliográfica, embora tenha sido indicado por 77% das pessoas consultadas. A decisão sobre a inclusão ou não desse conteúdo num planejamento de aulas de Matemática deverá levar em conta que 84% dos alunos que ingressaram no curso declararam conhecer suficientemente o assunto.

Progressões aritméticas: conteúdo recomendado por 67% das pessoas consultadas e também não detectado na pesquisa bibliográfica. Sua inclusão ou não em aulas de Matemática deve ser decidida considerando-se que 71% dos alunos declararam ter suficiente conhecimento desse tema.

Lógica: a procura de conteúdos de Matemática nos livros examinados não visou a localização de aplicações de raciocínios lógicos, explicitamente. Portanto, a não inclusão desse título como resultante da pesquisa bibliográfica não é relevante, isto é, não caracteriza real divergência entre a pesquisa bibliográfica e as respostas dos questionários. A recomendação de 61% das pessoas consultadas para a inclusão desse assunto pode ser justificada pela importância desse estudo para o bom desenvolvimento da aprendizagem em qualquer campo de conhecimento, em particular, do conhecimento científico.

Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares: conteúdo não localizado na pesquisa bibliográfica, embora recomendado por 53% das pessoas consultadas. Sua inclusão ou não no rol de conteúdos adequados também deverá considerar que 75% dos estudantes declararam conhecer satisfatoriamente o assunto.

Juros simples: igualmente recomendado por 53% das pessoas consultadas, este conteúdo não foi localizado na pesquisa bibliográfica e sua inclusão ou não no rol de conteúdos adequados deverá considerar que 74% dos estudantes declararam conhecer satisfatoriamente o assunto.

Geometria analítica: estudo da reta: embora recomendado por 50% das pessoas consultadas, não foi encontrada a sua utilização nos livros examinados durante a pesquisa

bibliográfica; dentre os alunos ingressantes, apenas 64% deles afirmaram conhecer o assunto.

Não serão comentados os conteúdos que não receberam indicação da maioria das pessoas e que também não foram detectados pela pesquisa bibliográfica, entendendo-se que essas duas ocorrências caracterizam convergência de dados.

b) Conteúdos detectados pela pesquisa bibliográfica e não recomendados pela maioria das pessoas consultadas:

Os conteúdos abaixo relacionados não foram indicados pela maioria das pessoas consultadas (porcentagem de indicação relembrada ao lado do nome do conteúdo). No entanto, foram detectados pela pesquisa bibliográfica. Sua inclusão ou não no rol de conteúdos adequados deverá levar em conta que sua utilização nos livros examinados ocorreu de forma *circunstancial*, podendo, pois, o seu estudo ser considerado optativo. A porcentagem dos alunos que declararam conhecer os assuntos, bem como a identificação dos campos da Biologia (ou Física, Química, Geologia) em que são utilizados, conforme demonstrado na seção 5.4, poderão auxiliar na decisão de introduzi-los ou não nas ementas das disciplinas da Matemática.

Geometria plana: semelhança (49%)

Trigonometria no triângulo retângulo (49%)

Conjuntos: relação de pertinência e de inclusão, união, intersecção, diferença, complementaridade (48%)

Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas (47%)

Binômio de Newton (45%)

Matrizes (44%)

Inequações do primeiro grau (41%)

Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas (36%)

Inequações logarítmicas (34%)

Derivadas de funções de mais de uma variável (30%)

Equações diferenciais (29%)

Geometria no espaço: retas e planos (1%)

Os conteúdos abaixo relacionados também não foram indicados pela maioria das pessoas consultadas (porcentagem de indicação relembrada ao lado do nome do conteúdo) embora detectados pela pesquisa bibliográfica. Distinguem-se dos anteriores porque sua inclusão ou não no rol de conteúdos adequados deverá levar em conta que sua utilização nos livros examinados ocorreu de forma *necessária, podendo, pois, ser considerado obrigatório o seu conhecimento*. Essa obrigatoriedade se reforça com o fato de poucos alunos, ou nenhum, terem declarado conhecer tais assuntos. São eles:

Derivadas de funções de uma variável (46%)

Integrais de funções de uma variável (40%)

A seguir, tratar-se-á dos conteúdos detectados na pesquisa bibliográfica e que estiveram ausentes da tabela que foi anexada aos questionários respondidos. Além disso, tais conteúdos não foram acrescentados pelas pessoas nas linhas deixadas para esse fim na tabela.

Gráficos de funções e de relações: este conteúdo foi fartamente localizado na grande maioria dos livros examinados. Não constou da tabela que foi anexada aos questionários e não foi acrescentado por nenhuma das pessoas consultadas. Ao confeccionar a tabela, a pesquisadora julgou ter contemplado o assunto no item **26. Funções quaisquer**

diversas: de terceiro grau, modulares, constantes, etc. A gritante divergência entre a opinião das pessoas e o resultado do levantamento bibliográfico, no entanto, evidenciou que o item 26 não foi bem redigido ou não foi bem compreendido. Talvez porque o item **39. Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas** aparentasse dar conta do assunto. Com segurança é possível afirmar que, por ter sido um dos mais *indispensáveis* destacados pela pesquisa bibliográfica, o conteúdo **Gráficos de funções e de relações** deve ser considerado obrigatório para a Matemática em cursos de Ciências Biológicas.

Função recíproca. Esse tipo de função pode ser incluído no item anterior, como um dos possíveis modos de se relacionarem duas variáveis.

Seqüências, Fatoriais e Vetores: Também não constavam da tabela utilizada na pesquisa e não foram acrescentados pelas pessoas consultadas. Sua inclusão no rol de conteúdos da Matemática para cursos de Ciências Biológicas deverá ser decidida considerando-se que, na bibliografia pesquisada, foram utilizados de forma *circunstancial*, em aplicações explicadas pelo próprio texto, na maioria das vezes.

7.5 Um testemunho necessário

A pesquisadora tem o dever de registrar algumas impressões percebidas com muita clareza na análise dos livros da bibliografia recomendada pelos professores das escolas M, N, O, P e Q.

a) destaque para a importância da utilização de escalas logarítmicas na construção de gráficos, fato verificado com bastante frequência;

b) alguns conteúdos foram aplicados nos textos em situações que exigiram apenas o conhecimento dos conceitos ou das definições desses conteúdos, conforme já relatado na página 105. Relembrando, são eles:

Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade

Porcentagem

Razões e proporções

Limites de funções de uma variável.

8 CONCLUSÃO

A análise dos resultados feita na seção anterior fornece elementos para a escolha de um rol de conteúdos adequados para a disciplina Matemática ministrada em cursos de Ciências Biológicas.

Dadas as limitações que cercam todo trabalho de levantamento de dados, notadamente aqueles que se baseiam nas opiniões das pessoas, é possível que a escolha dos conteúdos de Matemática com base nos subsídios aqui apresentados não seja perfeita. Não se determinou, estatisticamente, a margem de erro para os resultados. No entanto, considerando-se que a questão foi abordada sob vários ângulos e que as conclusões finais tomam como base tanto o resultado das consultas às pessoas quanto a análise bibliográfica, acredita-se que esta pesquisa oferece material capaz de permitir uma boa escolha de conteúdos, isto é, conteúdos com alguma probabilidade de funcionarem realmente como facilitadores da compreensão dos fenômenos biológicos, biofísicos, bioquímicos e geológicos que são estudados pelos alunos ao longo do curso.

Além disso, possibilita escolhas adaptáveis às características de cada instituição de ensino, dadas as diferentes cargas horárias destinadas à Matemática em cada uma delas e face às diferentes subdivisões da Matemática adotadas nas escolas, destacando-se o papel essencial da Bioestatística nesse contexto.

As diversas tabelas construídas como produto do trabalho realizado nesta pesquisa apresentam os prováveis conteúdos de Matemática sempre ordenados; ora, segundo o grau de importância de sua utilização no curso, ora segundo o grau de conhecimento que os novos alunos possuem ao ingressarem, o que permite ao docente definir o ponto de corte que mais convém ao seu trabalho de educador.

Para otimizar a decisão a respeito dos conteúdos a serem escolhidos, alguns critérios devem ser observados:

- a) como regra geral, podem ser considerados **adequados** os conteúdos indicados pelas pessoas que responderam aos Questionários: 1- professores dos Cursos de Ciências Biológicas, 2 - alunos concluintes dos referidos cursos, 3 - professores de Ciências e de Biologia dos ensinos Fundamental e Médio e 4 - biólogos que exercem profissões distintas do magistério e que foram encontrados na pesquisa bibliográfica realizada, quer como *indispensáveis*, *necessários* ou *circunstanciais*; em outras palavras, os conteúdos resultantes da pesquisa documental direta quando corroborados pelos resultados da pesquisa documental indireta (ou vice-versa);
- b) os casos de divergências, isto é, conteúdos indicados pelas pessoas consultadas e não localizados na pesquisa bibliográfica ou, ao contrário, conteúdos encontrados na pesquisa junto aos livros e não indicados pelas pessoas, devem ser analisados, caso a caso, considerando-se a carga horária disponível e as considerações oferecidas pela pesquisadora sobre cada uma dessas divergências;
- c) devem ser desconsiderados os conteúdos indicados pelas pessoas quando houver significativa porcentagem de alunos ingressantes que declararam já conhecer o assunto, mesmo que tal conteúdo tenha sido detectado na pesquisa bibliográfica, posto que, dada a quase sempre reduzida carga horária disponível, é contraproducente retomar assuntos cujo conhecimento é declarado pelos alunos como satisfatório.

Resumindo, a pesquisadora sugere como adequado para o Curso de ciências Biológicas o conteúdo da Matemática que satisfaz três condições:

1. o conteúdo **deve ser ensinado** na opinião da maioria das pessoas consultadas, entre professores, tanto do curso quanto do ensino médio e fundamental, alunos que se encontram concluindo o curso e biólogos;
2. o conteúdo **é utilizado pelos autores dos livros recomendados** para o curso;
3. o conteúdo **não é suficientemente conhecido dos alunos** que ingressam no curso.

Essas três condições envolvem variáveis diversas:

1. qual percentual deverá ser estabelecido para definir a expressão “maioria”? A pesquisadora trabalhou com a porcentagem igual ou superior a 50% na análise que fez na seção 7, porém há que se respeitar opinião distinta.
2. qual escolha da classificação dos conteúdos levantados pela pesquisa bibliográfica deverá ser entendida como a melhor? Indispensáveis e necessários ou indispensáveis, necessários e circunstanciais?
3. qual o percentual dos alunos que declararam conhecer determinado conteúdo melhor representa o indicativo de que aquele conteúdo precisa ser retomado no curso?

Tomando-se como início de um processo de escolha de conteúdos a Tabela 7.4 da página 186, os professores de Matemática e de Bioestatística devem estabelecer os percentuais que mais lhes convêm para as colunas X e Y, bem como definir a classificação do conteúdo que consideram aceitável. Um fator limitante de suas decisões será a carga horária disponível.

Por exemplo, imagine-se um professor que disponha de 300 horas para ensinar Matemática e/ou Bioestatística a seus alunos do Curso de Ciências Biológicas. Diante de suficiente carga horária disponível, esse professor decide:

1. acatar todas as sugestões de, pelo menos, 50% das pessoas consultadas;
2. independentemente das sugestões, selecionar todos os conteúdos encontrados na pesquisa bibliográfica, quer sejam indispensáveis, necessários ou circunstanciais;
3. desprezar os conteúdos declarados como conhecidos por, pelo menos, 80% dos alunos ingressantes.

O rol de conteúdos resultante dessas condições é o que se segue:

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Probabilidades

Estatística

Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento

Razões e proporções

Análise combinatória: princípio fundamental da contagem, arranjos, combinações, permutações

Funções exponenciais

Progressões aritméticas

Progressões geométricas

Funções logarítmicas

Lógica

Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos, circunferência, círculo

Equações exponenciais

Equações logarítmicas

Logaritmos

Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares

Geometria espacial: os sólidos geométricos

Juros simples

Sistemas lineares com 2 equações e 2 incógnitas

Funções trigonométricas

Geometria analítica: estudo da reta

Limites de funções de uma variável

Geometria plana: semelhança

Trigonometria no triângulo retângulo

Conjuntos: relação de pertinência e de inclusão, união, intersecção, diferença, complementaridade

Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas

Derivadas de funções de uma variável

Binômio de Newton

Integrais de funções de uma variável

Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas

Inequações logarítmicas

Derivadas de funções de mais de uma variável

Equações diferenciais

Geometria no espaço: retas e planos

Gráficos de funções e de relações

Seqüências

Fatoriais

Vetores

Função recíproca

Para reflexão, confronte-se esse elenco de conteúdos com o sumário do livro escrito por Batschelet, em 1971, conforme descrito na seção 2, à página 14. Não nos espantemos com as coincidências. Talvez o texto daquele autor tenha sido o ideal abandonado.

Imaginemos, agora, um outro exemplo. O professor dispõe somente de 180 horas para ministrar suas aulas de Matemática e de Bioestatística. Então, decide desprezar todos os conteúdos considerados *circunstanciais* no levantamento bibliográfico, bem como todos os conteúdos que, embora recomendados por, pelo menos, 50% das pessoas consultadas, não foram encontrados nos livros examinados. Mantém o índice de 80%, no mínimo, para desconsiderar conteúdos declaradamente conhecidos dos alunos.

O rol de conteúdos fica, desta vez, com a seguinte composição:

Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas

Probabilidades

Estatística

Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento

Razões e proporções

Análise combinatória: princípio fundamental da contagem, arranjos, combinações, permutações

Funções exponenciais

Funções logarítmicas

Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos, circunferência, círculo

Equações exponenciais

Logaritmos

Geometria espacial: os sólidos geométricos

Funções trigonométricas

Derivadas de funções de uma variável

Integrais de funções de uma variável

Gráficos de funções e de relações

O elenco acima descrito representa uma possibilidade mais adequada à realidade de nossos tempos, embora ainda necessite de carga horária superior à média encontrada pela pesquisadora nas instituições de ensino consultadas (110,8 horas), conforme já mencionado na seção 5.3.

Muitos outros exemplos poderiam ser mostrados. Dependendo da composição das variáveis X, Y e Z na Tabela 7.4, o rol de conteúdos fica mais ou menos extenso. Convém lembrar que a seção 5.4 oferece subsídios para a escolha de conteúdos relacionados com os diversos ramos da Biologia, caso haja interesse dos alunos ou dos professores em focar mais especificamente algum desses ramos.

Evidentemente, após a seleção dos conteúdos que serão abordados, o professor ou a professora deverá ordená-los e reagrupá-los de modo a respeitar os ensinamentos da Didática para facilitar a compreensão dos assuntos.

O conteúdo, na realidade, é a preocupação mais presente entre os professores ao fazerem seu planejamento curricular e terem que tomar decisões de três tipos: **o que ensinar**: decisões referentes à abrangência da matéria a ministrar; uma vez

decidido o que ensinar, o nível seguinte de decisão é **em que seqüência**, isto é, a melhor ordenação dos tópicos escolhidos, e, finalmente, após esses dois primeiros tipos de escolhas, **como relacionar e integrar os assuntos** que serão ensinados aos outros tópicos da mesma disciplina e das outras disciplinas.(KRASILCHIK, 1996, p.50).

Procurou-se, com esta pesquisa de mestrado, oferecer aos professores de Matemática em Cursos de Ciências Biológicas subsídios para bem encaminhar a primeira das três decisões mencionadas por Krasilchik.

Não restaram dúvidas de que a Matemática tem papel preponderante no desenvolvimento da Biologia. Se esse fato já foi reconhecido amplamente no passado, mais significativo vem se tornando nos dias atuais, em que os modelos matemáticos têm servido de ferramenta indispensável a qualquer avanço tecnológico ou científico. Especialmente, na Biologia, ciência que vem experimentando fantásticos progressos. Citando apenas dois exemplos, as pesquisas em Ecologia e em Genética têm despertado o interesse do homem moderno de todas as idades, de todos os níveis intelectuais e de todas as camadas sociais.

É essa paixão pela “ciência da vida” que, na maior parte das vezes, tem movido os estudantes na opção pelos Cursos de Ciências Biológicas. Acredita-se que a escola que proporciona aos alunos a oportunidade de conhecer ou aprofundar o estudo de conteúdos matemáticos adequados para o perfeito entendimento das ciências cumpre o seu papel mediador na transformação do conhecimento em-si que o aluno possa trazer, da vida cotidiana, referentes aos fenômenos biológicos, em conhecimento para-si, elaborado, consciente e intencionalmente, no ambiente escolar.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.F.A.; XAVIER, A.F.S.; RODRIGUES, J.E.M. **Cálculo para Ciências Médicas e Biológicas**. São Paulo: Harbra, 1988.
- AIRES, M. M. **Fisiologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1999.
- ANDRADE, M. M. **Introdução à Metodologia do Trabalho Científico**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- AZEVEDO, J.L. de; COSTA, S.O .P. da.(org.). **Exercícios práticos de Genética**: para cursos de graduação e pós-graduação. São Paulo: Nacional, 1973.
- AWAD, M.; CASTRO, P.R.C. **Introdução à Fisiologia Vegetal**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1992.
- BAILEY, F.R.; COPENHAVER, W.M.; BUNGE, R.P.; BUNGE, M.B. **Histologia**. 16.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973.
- BARNES, R.D. **Zoologia dos Invertebrados**. 4.ed. São Paulo:Roca, 1984.
- BARNES, R.S.K; CALOW, P.; OLIVE, P.J.W. **Os invertebrados**: uma nova síntese. São Paulo: Atheneu, 1995.
- BARROSO, G.M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil 3**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa, [1991?].
- BATSCHULET, E. **Introdução à Matemática para Biocientistas**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1978.
- BEIGUELMAN, B.**Citogenética Humana**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1982.
- BERNE, R.M.; LEVY, M.N.; KOLPPEN, B.M.; STANTON, B.A . **Fisiologia**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Parecer CNE/CES 1301/2001, de 06 de novembro de 2001. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 07 dez. 2001. Seção 1, p.25.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 abr. 2002. Seção 1, p.31.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução CNE/CES 7, de 11 de março de 2002. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 mar. 2002. Seção 1, p. 12.
- CARVALHO, H.C. **Fundamentos de Genética e Evolução**. 3.ed.Rio de Janeiro: Atheneu, 1987.

COLINVAUX, P. **Ecology 2**. New York, John Wiley & Sons, 1993.

CORSON, W.H. **Manual Global de Ecologia**: O que você pode fazer a respeito da crise do Meio Ambiente. 2.ed. São Paulo: Augustus, 1996.

COTRAN, R. S.; KUMAR, V.; COLLINS, T. **Patologia Estrutural e Funcional**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000.

CUTTER, E.G. **Anatomia Vegetal**. Primeira Parte: Células e Tecidos. 2.ed. São Paulo: Roca, 1986.

_____. **Anatomia Vegetal**. Experimentos e Interpretação. Segunda Parte: Órgãos. São Paulo: Roca, 1987.

DAJOZ, R. **Ecologia Geral**. 4.ed. Petrópolis: Vozes, 1983

DANGELO, J.G.; FATTINI, C.A . **Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar**: Para o estudante de Medicina. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 1995.

DARWIN, C. **Origem das espécies**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1985.

De ROBERTIS, E.D.P.; De ROBERTIS, Jr., E.M.F. **Bases da Biologia Celular e Molecular**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1993.

DUARTE, N. **Educação Escolar, Teoria do Cotidiano e a Escola de Vigotski**. 3a ed. Campinas: Autores Associados, 2001.

_____. **A individualidade Para-Si .Contribuição a uma teoria histórico-social da formação do indivíduo**. 2ª ed. Campinas: Autores Associados, 1999.

ESAU, K. **Anatomia das Plantas com Sementes**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

ESTEVES, F. A . **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FERRI, M. G. **Botânica**. Morfologia externa das plantas.15.ed. São Paulo: Nobel, 1981.

_____. **Botânica**. Morfologia interna das plantas. 7.ed. São Paulo: Melhoramentos, 1981.

_____. **Ecologia**: temas e problemas brasileiros. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1974.

_____. **Fisiologia Vegetal 1**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979.

_____. **Fisiologia Vegetal 2**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979.

FORATINI, O .P. **Epidemiologia Geral**. [local?]: Artes Médicas, 1980.

FUTUYMA, D.J. **Biologia Evolutiva**. 2..ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.

- GANONG, W.F. **Fisiologia Médica**. 4.ed. São Paulo: Atheneu, 1983.
- GARCIA, E.A .C. **Biofísica**. São Paulo: Sarvier, 2000.
- GARDNER, E.J.; SNUSTAD, D.P. **Genética**. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986.
- GEORGE, L.L.; ALVES, C.E.R.; CASTRO, R..R.L. **Histologia Comparada**. São Paulo: Roca,1985.
- GIARDINETTO, J.R.B. **Matemática Escolar e Matemática da Vida Cotidiana**. Campinas: Autores Associados, 1999.
- GRIFFITHS, A .J.F.; MILLER, J.H.; SUZUKI, D.T.; LEWONTIN, R.C.; GELBART, W.M. **Introdução à Genética**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1998.
- GUERRA, M.S. **Introdução à Citogenética Geral**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.
- GUYTON, A . C. **Tratado de Fisiologia Médica**. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1989.
- GUYTON, A .C.; HALL, J.E. **Fisiologia Humana e Mecanismo das Doenças**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1998.
- HAM, A .W.; CORMACK, D.H.**Histologia**. 8.ed.Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1983.
- HELLER, A . **A Sociologia dela Vida Cotidiana**. Barcelona: Península, 1977.
- HENEINE, I.F. **Biofísica Básica**. São Paulo: Atheneu, 2002.
- HESSEL, M. H. R. **Curso Prático de Paleontologia Geral**. Porto Alegre: Editora da Universidade: UFRGS, 1982.
- HILDEBRAND, M. **Análise da Estrutura dos Vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 1995.
- HOLMES, A . **Geologia Física**. 6.ed. Barcelona: Omega, 1971.
- HOUILLON, C. **Embriologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1972.
- JACOB, S.W.; FRANCOME, C.A .; LOSSOW, W.J. **Anatomia e Fisiologia Humana**. 5.e. Rio de Janeiro: Guanabara, 1984.
- JOLY, A . B. **Introdução à Taxonomia Vegetal**. 6.ed. São Paulo: Nacional, 1983.

JUNQUEIRA, L.C.; ZAGO, D. **Embriologia Médica e Comparada**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1982.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara - Koogan, 1999.

_____, L.C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara - Koogan, 2000.

KATZUNG, B. G. **Farmacologia**. Básica e Clínica. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1994.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 3.ed. São Paulo: Harbra, 1996.

KREBS, C.J. **Ecology**: The experimental analysis of distribution and abundance. New York: Harper & Row, 1972.

LEINZ, V.; AMARAL, S.E. **Geologia Geral**. 11.ed. São Paulo: Nacional, 1989.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. 2.e. São Paulo: Sarvier, 1995.

LEONTIEV, A. **O Desenvolvimento do Psiquismo**. Lisboa: Livros Horizonte, 1978. p.261-284.

LEVINTON, J.S. **Marine Biology**: Function, Biodiversity, Ecology. 2.ed. New York: Oxford University Press, 2001.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação**: Abordagens Qualitativas. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MACHADO, A. B. M. **Neuroanatomia Funcional**. São Paulo: Atheneu, 1993.

MAHAN, B.M.; MYERS, R.J. **Química**: um curso universitário. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral das Plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.

MALE, D. **Imunologia**. Um resumo ilustrado. 3.ed. São Paulo: Manole, 1988.

MARANHÃO, Z.C. **Entomologia Geral**. 3.ed. São Paulo: Nobel, 1976.

MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. São Paulo: Atlas. 1990.

MARGALEF, R. **Ecologia**. Barcelona: Omega, 1974.

MAYR, E. **Populações, Espécies e Evolução**. São Paulo: Nacional, 1977.

- McALESTER, A .L. **História Geológica da Vida**. São Paulo: Edard Blücher, 1969.
- MONTGOMERY, R.; CONWAY, T.W.; SPECTOR, A .A .**Bioquímica**: uma abordagem dirigida para casos. 5.ed. [?]:Artes Médicas, 1994.
- MOORE, K. L.; PERSAUD, T.V.N. **Embriologia Básica**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000.
- MORRISON, R.T.; BOYD, R.N. **Química Orgânica**. 11. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1994.
- MURRAY, R.K.; GRANNER, D.K.; MAYWS, P.A .; RODWELL, V.W. **Harper: Bioquímica**. 7.ed. São Paulo: Atheneu, 1994.
- NEVES, D.P. **Parasitologia Humana**. 10.ed.São Paulo: Atheneu, 2000.
- NOVIKOFF, A .B.; HOLTZMAN, E. **Células e Estrutura Celular**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1977.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1988.
- OKUNO, E.; CALDAS, I.L.; CHOW, C. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Harbra, 1986.
- ORR, R.T. **Biologia dos Vertebrados**. 5.ed. São Paulo: Roca, 1986.
- PELCZAR, Jr. M. J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. **Microbiologia**: Conceitos e Aplicações. 1. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1996.
- _____, Jr. M. J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. **Microbiologia**: Conceitos e Aplicações. 2. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1996.
- PESSOA, S.B.; MARTINS, A . V. **Parasitologia Médica**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1982.
- PIANKA, E.R. **Ecología Evolutiva**. Barcelona: Omega, 1982.
- POUGH, F.H.; HEISER, J.B.; McFARLAND, W.N. **A Vida dos Vertebrados**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 1999.
- RANG, H. P.; DALE, M. M.; RITTER, J. M. **Farmacologia**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1997.
- RAPAPORT, S.I. **Hematologia**. Introdução. 2.ed. São Paulo: Roca, 1990.
- RAVEN, P. H.; EVER, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2001.

- REY, L. **Bases da Parasitologia Médica**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1992.
- RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica Econômica Brasileira**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1976.
- ROITT, I.; BROSTOFF, J.; MALE, D. **Imunologia**. 5.ed. São Paulo: Manole, 1999.
- ROMER, A. S. **Anatomia Comparada**. Vertebrados. 4.ed. México: Interamericana, 1971.
- ROMER, A. S.; PARSONS, T.S. **Anatomia Comparada dos Vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 1985.
- ROUQUAYROL, M. Z. **Epidemiologia & Saúde**. 4.ed. Tijuca: Medsi e Científica, 1994.
- RUSSEL, J.B. **Química Geral 1**. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1994.
- _____, J.B. **Química Geral 2**. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1994.
- SANTOS, E. **Moluscos do Brasil: (vida e costumes)**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1982.
- SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. 33ª ed. Campinas: Autores Associados, 2000a .
- _____. **Pedagogia Histórico-Crítica - primeiras aproximações**. 7ª ed. Campinas: Autores Associados, 2000b.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia Animal**. São Paulo: Edgard Blücher, 1972.
- SEARS, F.; ZEMANSKY, M.W.; YOUNG, H.D. **Física 1: Mecânica da Partícula e dos Corpos Rígidos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1983.
- _____, F.; ZEMANSKY, M.W.; YOUNG, H.D. **Física 2: Mecânica dos Fluidos – Calor – Movimento Ondulatório**. 2.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1984.
- SHARON, J. **Imunologia básica**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000.
- SPENCE, A .P. **Anatomia Humana Básica**. 2.ed. São Paulo: Manole, 1991.
- STEBBINS, G.L. **Processos de Evolução Orgânica**. São Paulo: Polígono, 1970.
- STORER, T.I.; USINGER, R.L. **Zoologia Geral**. 3.ed. São Paulo: Nacional, 1977.
- STRYER, L. **Bioquímica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1992.
- THOMPSON, M.V.; McINNES, R.R.; WILLARD, H.F. **Thompson & Thompson: Genética Médica**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1993.

TRABULSI, L.R. **Microbiologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1989.

VIDAL, B.C.; MELLO, M.L.S. **Biologia Celular**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1987.

WALTER, H. **Vegetação e Zonas Climáticas**: Tratado de Ecologia Global. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1986.

ZORZETTO, N.L. **Curso de Anatomia Humana**. 7.ed. Bauru: Jalovi, 1999.

APÊNDICES

APÊNDICE A - CARTA AOS COORDENADORES DE CURSO

Bauru, 28 de outubro de 2002.

À
Coordenação dos Cursos de Biologia e de Ciências Biológicas

Prezado(a) Senhor(a)

Sou aluna regularmente matriculada no Mestrado da Faculdade de Ciências da UNESP, em Bauru, e, como pesquisadora em Educação para a Ciência, solicito a colaboração dessa Escola na obtenção dos dados necessários à minha pesquisa, detalhada em resumo anexo, que se intitula *“O Ensino de Matemática nos Cursos de Ciências Biológicas: uma proposta de conteúdos adequados”*.

Para tanto, solicito autorização para que me sejam fornecidos, às minhas expensas, os seguintes documentos:

1. Cópia da grade curricular dos cursos de Ciências Biológicas, Biologia ou Ciências com Habilitação em Biologia mantidos por essa entidade.
2. Cópias dos projetos pedagógicos das disciplinas, e de suas subdivisões, de Biologia, Física, Química e Matemática para referidos cursos.

A grade curricular interessa-me para levantamento da carga horária destinada a Matemática e para detecção de todas as subdivisões da Biologia nela abarcadas. Nos projetos pedagógicos das disciplinas citadas, interessa-me, especialmente, a bibliografia recomendada e os conteúdos tratados. Quanto ao projeto de Matemática, interessa à minha pesquisa a escolha dos conteúdos a serem abordados.

Além disso, necessito obter, com a sua autorização, a colaboração de professores e alunos no preenchimento de questionários de 3 páginas, conforme abaixo:

1. pelo menos 20 questionários a serem respondidos por alunos concluintes do Curso neste final de ano (2002).
2. pelo menos 20 questionários a serem respondidos por alunos ingressantes no próximo ano letivo.
3. questionários respondidos por professores das disciplinas de Biologia, Física, Química e Matemática que se disponham a colaborar com esta pesquisa.

Esperando contar com a aquiescência de Vossa Senhoria, subscrevo-me
Atenciosamente

Profa. Elizabeth Mattiazzo Cardia

APÊNDICE B
QUESTIONÁRIO – PILOTO

NOME DO ALUNO _____ Nº _____ SALA _____
CURSO _____
ESCOLA _____

ESTA PESQUISA SERÁ MUITO ÚTIL NA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS DE ENSINO DE MATEMÁTICA PARA CURSOS DE CIÊNCIAS / BIOLOGIA. POR ISSO, RESPONDA COM BASTANTE ATENÇÃO. PESQUISE LIVROS DE MATEMÁTICA DO ENSINO FUNDAMENTAL E DO ENSINO MÉDIO, CASO VOCÊ SINTA NECESSIDADE DE RELEMBRAR ALGUNS TERMOS. ACRESCENTE ALGUM (UNS) TÓPICO(S), SE VOCÊ QUISER.

AVALIE CADA ITEM RELACIONADO ABAIXO E DÊ A CADA UM DUAS NOTAS:

A PRIMEIRA NOTA MEDIRÁ O SEU POSICIONAMENTO EM RELAÇÃO AO ASSUNTO (COMO VOCÊ SE SITUA DIANTE DELE) E PARA ISSO VOCÊ ESCOLHERÁ UMA DAS TRÊS ALTERNATIVAS ABAIXO:

- A: VOCÊ NUNCA ESTUDOU O ASSUNTO E NÃO SABE DO QUE SE TRATA
B: VOCÊ ESTUDOU O ASSUNTO ALGUM DIA, MAS ESQUECEU-SE DELE E NÃO SABERIA COMO UTILIZÁ-LO SE HOUVESSE NECESSIDADE.
C: VOCÊ ESTUDOU O ASSUNTO ALGUM DIA, E SABERIA COMO UTILIZÁ-LO EM CASO DE NECESSIDADE, BASTANDO RECORDAR UM POUCO.

A SEGUNDA NOTA REGISTRARÁ A SUA OPINIÃO QUANTO Á NECESSIDADE OU NÃO DE REVER O ASSUNTO NO CURSO DE CIÊNCIAS E PARA ISSO VOCÊ ESCOLHERÁ UMA DAS ALTERNATIVAS ABAIXO:

- S: SIM, É IMPORTANTE APROFUNDAR ESSE ASSUNTO NO CURSO DE CIÊNCIAS/BIOLOGIA
N: NÃO, NÃO É IMPORTANTE
T: TALVEZ SIM, TALVEZ NÃO. VOCÊ NÃO SABE RESPONDER.

PRIMEIRA NOTA (A, B ou C)	SEGUNDA NOTA (S, N ou T)	ASSUNTO
		1. CÁLCULOS NUMÉRICOS ENVOLVENDO ADIÇÃO, SUBTRAÇÃO, MULTIPLICAÇÃO, DIVISÃO, POTENCIAÇÃO E RADICIAÇÃO DE QUALQUER TIPO DE NÚMERO REAL SEM CALCULADORA E COM CALCULADORA.
		2. CÁLCULOS ALGÉBRICOS ENVOLVENDO ADIÇÃO, SUBTRAÇÃO, MULTIPLICAÇÃO, DIVISÃO, POTENCIAÇÃO, INCLUSIVE PRODUTOS NOTÁVEIS, E RADICIAÇÃO DE MONÔMIOS E POLINÔMIOS.
		3. SISTEMAS DECIMAIS DE MEDIDAS DE COMPRIMENTO, DE ÁREA, DE VOLUME, DE MASSA, DE CAPACIDADE.
		4. GRÁFICOS E TABELAS.
		5. TÉCNICAS DE ARREDONDAMENTO.
		6. FORMA CIENTÍFICA DE REPRESENTAR NÚMERO.

7.	EQUAÇÕES DO PRIMEIRO GRAU.
8.	EQUAÇÕES DO SEGUNDO GRAU.
9.	EQUAÇÕES BIQUADRADAS.
10.	EQUAÇÕES IRRACIONAIS.
11.	EQUAÇÕES DE GRAU MAIOR QUE 2.
12.	EQUAÇÕES EXPONENCIAIS.
13.	EQUAÇÕES LOGARITMICAS.
14.	EQUAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS.
15.	EQUAÇÕES DIFERENCIAIS
16.	FUNÇÕES DO PRIMEIRO GRAU.
17.	FUNÇÕES DO SEGUNDO GRAU.
18.	FUNÇÕES QUAISQUER DIVERSAS(DE TERCEIRO GRAU, MODULARES, CONSTANTES, ETC.)
19.	FUNÇÕES EXPONENCIAIS.
20.	FUNÇÕES LOGARITMICAS.
21.	FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS.
22.	INEQUAÇÕES DO PRIMEIRO GRAU.
23.	INEQUAÇÕES DO SEGUNDO GRAU.
24.	INEQUAÇÕES EXPONENCIAIS.
25.	INEQUAÇÕES LOGARÍTMICAS.
26.	INEQUAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS.
27.	SISTEMAS LINEARES DE DUAS EQUAÇÕES E DUAS INCÓGNITAS.
28.	SISTEMAS DO SEGUNDO GRAU DE DUAS EQUAÇÕES E DUAS INCÓGNITAS.
29.	SISTEMAS LINEARES COM QUALQUER NÚMERO DE EQUAÇÕES E DE INCÓGNITAS.
30.	MATRIZES.
31.	DETERMINANTES.
32.	LOGARÍTIMOS DECIMAIS.
33.	TRIGONOMETRIA NO TRIÂNGULO RETÂNGULO.
34.	RAZÕES E PROPORÇÕES.

35. REGRA DE TRÊS SIMPLES.

36. REGRA DE TRÊS COMPOSTA.

37. PORCENTAGEM.

38. JUROS SIMPLES.

39. GEOMETRIA PLANA: ÂNGULOS, TRIÂNGULOS, QUADRILÁTEROS, POLÍGONOS REGULARES, CIRCUNFERÊNCIAS.

40. GEOMETRIA PLANA: RETAS PARALELAS E PERPENDICULARES.

41. GEOMETRIA PLANA: SEMELHANÇA

42. MÉDIAS: ARITMÉTICAS, PONDERADAS.

43. CONJUNTOS: RELAÇÃO DE PERTINÊNCIA E DE INCLUSÃO. COMPLEMENTARIDADE. UNIÃO, INTERSECÇÃO E DIFERENÇA DE CONJUNTOS.

44. PROGRESSÕES ARITMÉTICAS.

45. PROGRESSÕES GEOMÉTRICAS.

46. FATORIAL.

47. ANÁLISE COMBINATÓRIA: ARRANJOS, COMBINAÇÕES E PERMUTAÇÕES.

48. PROBABILIDADES.

49. BINÔMIO DE NEWTON.

50. GEOMETRIA NO ESPAÇO: RETAS E PLANOS.

51. GEOMETRIA NO ESPAÇO: PRISMAS, CONES, CILINDROS, PIRÂMIDES E ESFERAS.

52. GEOMETRIA ANALÍTICA: ESTUDO DA RETA.

53. GEOMETRIA ANALÍTICA: ESTUDO DA CIRCUNFERÊNCIA.

54. GEOMETRIA ANALÍTICA: ESTUDO DAS CÔNICAS (ELIPSES, HIPÉRBOLES E PARÁBOLAS).

55. LIMITES DE FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL

56. LIMITES DE FUNÇÕES DE MAIS VARIÁVEIS

57. DERIVADAS DE FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL.

58. DERIVADAS DE FUNÇÕES DE MAIS VARIÁVEIS.

59. INTEGRAÇÃO DE FUNÇÕES DE UMA VARIÁVEL.

60. INTEGRAIS DUPLAS E TRIPLAS

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO 1**PESQUISA EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA**
UNESP – Bauru**A Matemática nos cursos de Biologia, de Ciências Biológicas
ou de Ciências com Habilitação em Biologia**QUESTIONÁRIO PARA PROFESSORES DO CURSO

Este questionário será utilizado como material de pesquisa científica e por isso a sua colaboração será muito importante. Não há necessidade de identificar-se.

Nome da Escola _____

Nome do Curso _____

Data _____

I. A disciplina que você leciona nesse curso é:

II. Pensando em todas as disciplinas da grade curricular desse curso e nas profissões que os alunos estarão habilitados a exercer após formados, como você vê a disciplina *Matemática*:

- a) () muito importante
- b) () mais ou menos importante
- c) () pouco importante
- d) () nada importante
- e) () não sei

III. A tabela a seguir menciona vários conteúdos de Matemática ministrados nos ensinos fundamental, médio e superior. Complete a tabela abaixo dando a cada item uma menção S, N ou T, conforme a sua opinião quanto à necessidade ou não de se estudar, rever ou aprofundar esses conteúdos em cursos como esse.

S: sim, é importante abordar esse assunto no curso

N: não, esse assunto é desnecessário no curso

T: talvez sim, talvez não; não sei responder

(ACRESCENTE, AO FIM DA LISTA, QUANTOS ITENS JULGAR NECESSÁRIOS)

1. Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora	
2. Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração	
3. Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade	
4. Equações do primeiro grau	
5. Equações do segundo grau	
6. Equações biquadradas	
7. Equações irracionais	
8. Equações de grau maior que 2	
9. Equações exponenciais	
10. Equações logarítmicas	
11. Equações trigonométricas	
12. Inequações do primeiro grau	
13. Inequações do segundo grau	
14. Inequações exponenciais	
15. Inequações logarítmicas	
16. Inequações trigonométricas	
17. Sistemas lineares com 2 equações e 2 incógnitas	
18. Sistemas lineares com 3 equações e 3 incógnitas	
19. Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas	
20. Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas	
21. Funções do primeiro grau	
22. Funções do segundo grau	
23. Funções exponenciais	
24. Funções logarítmicas	
25. Funções trigonométricas	
26. Funções quaisquer diversas: de terceiro grau, modulares, constantes, etc.	
27. Matrizes	
28. Determinantes	
29. Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos regulares, circunferência, círculo	
30. Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares	
31. Geometria plana: semelhança	
32. Trigonometria no triângulo retângulo	
33. Geometria espacial: cubos, prismas, cones, cilindros, pirâmides, esferas	
34. Geometria analítica: estudo da reta	
35. Geometria analítica: estudo da circunferência	
36. Geometria analítica: estudo das cônicas (elipses, hipérboles, parábolas)	
37. Logaritmos decimais	
38. Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento	
39. Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	
40. Estatística descritiva: médias, moda, mediana, desvios	

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO 2**PESQUISA EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA**
UNESP – Bauru**A Matemática nos cursos de Biologia, de Ciências Biológicas
ou de Ciências com Habilitação em Biologia**QUESTIONÁRIO PARA ALUNOS QUE ESTÃO CONCLUINDO O CURSO

Este questionário será utilizado como material de pesquisa científica e por isso a sua colaboração será muito importante. Não há necessidade de identificar-se.

Nome da Escola _____

Nome do Curso _____

Data _____

I. A sua aspiração, ao concluir o curso, é:

- a) () atuar como Biólogo
b) () atuar como Professor
c) () outra. Qual? _____

II. Pensando em todas as disciplinas que você estudou durante o curso e na profissão que pretende exercer, como você vê a disciplina *Matemática*:

- a) () muito importante
b) () mais ou menos importante
c) () pouco importante
d) () nada importante
e) () não sei

III. A tabela a seguir menciona vários conteúdos de Matemática ministrados nos ensinos fundamental, médio e superior. Complete a tabela abaixo dando a cada item uma menção S, N ou T, conforme a sua opinião quanto à necessidade ou não de se estudar, rever ou aprofundar esses conteúdos em cursos como o seu.

S: sim, é importante abordar esse assunto no curso

N: não, esse assunto é desnecessário no curso

T: talvez sim, talvez não; não sei responder

(ACRESCENTE, AO FIM DA LISTA, QUANTOS ITENS JULGAR NECESSÁRIOS)

1. Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora	
2. Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração	
3. Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade	
4. Equações do primeiro grau	
5. Equações do segundo grau	
6. Equações biquadradas	
7. Equações irracionais	
8. Equações de grau maior que 2	
9. Equações exponenciais	
10. Equações logarítmicas	
11. Equações trigonométricas	
12. Inequações do primeiro grau	
13. Inequações do segundo grau	
14. Inequações exponenciais	
15. Inequações logarítmicas	
16. Inequações trigonométricas	
17. Sistemas lineares com 2 equações e 2 incógnitas	
18. Sistemas lineares com 3 equações e 3 incógnitas	
19. Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas	
20. Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas	
21. Funções do primeiro grau	
22. Funções do segundo grau	
23. Funções exponenciais	
24. Funções logarítmicas	
25. Funções trigonométricas	
26. Funções quaisquer diversas: de terceiro grau, modulares, constantes, etc.	
27. Matrizes	
28. Determinantes	
29. Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos regulares, circunferência, círculo	
30. Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares	
31. Geometria plana: semelhança	
32. Trigonometria no triângulo retângulo	
33. Geometria espacial: cubos, prismas, cones, cilindros, pirâmides, esferas	
34. Geometria analítica: estudo da reta	
35. Geometria analítica: estudo da circunferência	
36. Geometria analítica: estudo das cônicas (elipses, hipérboles, parábolas)	
37. Logaritmos decimais	
38. Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento	
39. Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	
40. Estatística descritiva: médias, moda, mediana, desvios	

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO 3**PESQUISA EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA**
UNESP – Bauru**A Matemática nos cursos de Biologia, de Ciências Biológicas
ou de Ciências com Habilitação em Biologia**QUESTIONÁRIO PARA PROFESSORES DE CIÊNCIAS /BIOLOGIA

Este questionário será utilizado como material de pesquisa científica e por isso a sua colaboração será muito importante. Não há necessidade de identificar-se.

DATA: ____ / ____ / ____

I. Enumere a(s) disciplina(s) que você leciona:

II. Grau de ensino em que você leciona:

() Fundamental () Médio () Superior

III. Você é formado(a) em:

IV. Pensando nas disciplinas da grade curricular dos cursos de ciências biológicas (ou de biologia), como você vê a disciplina *Matemática*:

- a) () muito importante
- b) () mais ou menos importante
- c) () pouco importante
- d) () nada importante
- e) () não sei

V. A tabela a seguir menciona vários conteúdos de Matemática ministrados nos ensinos fundamental, médio e superior. Complete a tabela abaixo dando a cada item uma menção S, N ou T, conforme a sua opinião quanto à necessidade ou não de se estudar, rever ou aprofundar esses conteúdos em cursos de ciências biológicas ou de biologia.

S: sim, é importante abordar esse assunto no curso

N: não, esse assunto é desnecessário no curso

T: talvez sim, talvez não; não sei responder

(ACRESCENTE, AO FIM DA LISTA, QUANTOS ITENS JULGAR NECESSÁRIOS)

1. Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora	
2. Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração	
3. Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade	
4. Equações do primeiro grau	
5. Equações do segundo grau	
6. Equações biquadradas	
7. Equações irracionais	
8. Equações de grau maior que 2	
9. Equações exponenciais	
10. Equações logarítmicas	
11. Equações trigonométricas	
12. Inequações do primeiro grau	
13. Inequações do segundo grau	
14. Inequações exponenciais	
15. Inequações logarítmicas	
16. Inequações trigonométricas	
17. Sistemas lineares com 2 equações e 2 incógnitas	
18. Sistemas lineares com 3 equações e 3 incógnitas	
19. Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas	
20. Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas	
21. Funções do primeiro grau	
22. Funções do segundo grau	
23. Funções exponenciais	
24. Funções logarítmicas	
25. Funções trigonométricas	
26. Funções quaisquer diversas: de terceiro grau, modulares, constantes, etc.	
27. Matrizes	
28. Determinantes	
29. Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos regulares, circunferência, círculo	
30. Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares	
31. Geometria plana: semelhança	
32. Trigonometria no triângulo retângulo	
33. Geometria espacial: cubos, prismas, cones, cilindros, pirâmides, esferas	
34. Geometria analítica: estudo da reta	
35. Geometria analítica: estudo da circunferência	
36. Geometria analítica: estudo das cônicas (elipses, hipérboles, parábolas)	
37. Logaritmos decimais	
38. Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento	
39. Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	
40. Estatística descritiva: médias, moda, mediana, desvios	

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO 4

PESQUISA EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA
UNESP – BauruA Matemática nos cursos de Biologia, de Ciências Biológicas
ou de Ciências com Habilitação em BiologiaQUESTIONÁRIO PARA PROFISSIONAIS DA ÁREA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Este questionário será utilizado como material de pesquisa científica e por isso a sua colaboração será muito importante. Não há necessidade de identificar-se.

DATA: ____/____/____

Atividade principal da empresa em que você trabalha _____

Atividade que você exerce na empresa _____

I. Você é formado (a) em:

II. Pensando em todas as disciplinas que você estudou durante o curso que você fez e na profissão que exerce, como você vê a disciplina *Matemática*:

- a) () muito importante
- b) () mais ou menos importante
- c) () pouco importante
- d) () nada importante
- e) () não sei

III. A tabela a seguir menciona vários conteúdos de Matemática ministrados nos ensinios fundamental, médio e superior. Complete a tabela abaixo dando a cada item uma menção S, N ou T, conforme a sua opinião quanto à necessidade ou não de se estudar, rever ou aprofundar esses conteúdos em cursos da área das ciências biológicas.

S: sim, é importante abordar esse assunto no curso

N: não, esse assunto é desnecessário no curso

T: talvez sim, talvez não; não sei responder

(ACRESCENTE, AO FIM DA LISTA, QUANTOS ITENS JULGAR NECESSÁRIOS)

1. Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora	
2. Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração	
3. Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade	
4. Equações do primeiro grau	
5. Equações do segundo grau	
6. Equações biquadradas	
7. Equações irracionais	
8. Equações de grau maior que 2	
9. Equações exponenciais	
10. Equações logarítmicas	
11. Equações trigonométricas	
12. Inequações do primeiro grau	
13. Inequações do segundo grau	
14. Inequações exponenciais	
15. Inequações logarítmicas	
16. Inequações trigonométricas	
17. Sistemas lineares com 2 equações e 2 incógnitas	
18. Sistemas lineares com 3 equações e 3 incógnitas	
19. Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas	
20. Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas	
21. Funções do primeiro grau	
22. Funções do segundo grau	
23. Funções exponenciais	
24. Funções logarítmicas	
25. Funções trigonométricas	
26. Funções quaisquer diversas: de terceiro grau, modulares, constantes, etc.	
27. Matrizes	
28. Determinantes	
29. Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos regulares, circunferência, círculo	
30. Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares	
31. Geometria plana: semelhança	
32. Trigonometria no triângulo retângulo	
33. Geometria espacial: cubos, prismas, cones, cilindros, pirâmides, esferas	
34. Geometria analítica: estudo da reta	
35. Geometria analítica: estudo da circunferência	
36. Geometria analítica: estudo das cônicas (elipses, hipérboles, parábolas)	
37. Logaritmos decimais	
38. Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento	
39. Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	
40. Estatística descritiva: médias, moda, mediana, desvios	

APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO 5

PESQUISA EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA UNESP – Bauru

A Matemática nos cursos de Biologia, de Ciências Biológicas ou de Ciências com Habilitação em Biologia

QUESTIONÁRIO PARA ALUNOS QUE ESTÃO INGRESSANDO NO CURSO

Este questionário será utilizado como material de pesquisa científica e por isso a sua colaboração será muito importante. Não há necessidade de identificar-se.
O OBJETIVO DESTES QUESTIONÁRIO É DETERMINAR A SUA POSIÇÃO EM RELAÇÃO A ALGUNS CONTEÚDOS DE MATEMÁTICA

Nome da Escola _____

Nome do Curso _____

Data _____

I. Antes de ingressar no curso superior, você cursou (se necessário, assinale mais de uma resposta):

- () ensino médio
 () curso profissionalizante. Qual? _____
 () “cursinho”

II. A sua aspiração, ao concluir este curso, é:

- a) () atuar como Biólogo
 b) () atuar como Professor
 c) () outra. Qual? _____

III. A tabela a seguir menciona vários conteúdos de Matemática ministrados nos ensinos fundamental e médio. Complete a tabela abaixo dando a cada item uma menção A, B ou C, conforme abaixo:

A: você nunca estudou o assunto e não sabe do que se trata

B: você estudou o assunto algum dia, mas esqueceu-se dele e não saberia como utilizá-lo se houvesse necessidade

C: você estudou o assunto algum dia e saberia como utilizá-lo em caso de necessidade, bastando recordar um pouco

D: você domina bem esse assunto

(NADA ESCREVA NA TABELA NOS QUADROS ASSINALADOS COM X, AO FINAL)

1. Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora	
2. Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração	
3. Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade	
4. Equações do primeiro grau	
5. Equações do segundo grau	
6. Equações biquadradas	
7. Equações irracionais	
8. Equações de grau maior que 2	
9. Equações exponenciais	
10. Equações logarítmicas	
11. Equações trigonométricas	
12. Inequações do primeiro grau	
13. Inequações do segundo grau	
14. Inequações exponenciais	
15. Inequações logarítmicas	
16. Inequações trigonométricas	
17. Sistemas lineares com 2 equações e 2 incógnitas	
18. Sistemas lineares com 3 equações e 3 incógnitas	
19. Sistemas lineares com qualquer número de equações e de incógnitas	
20. Sistemas do segundo grau com 2 equações e 2 incógnitas	
21. Funções do primeiro grau	
22. Funções do segundo grau	
23. Funções exponenciais	
24. Funções logarítmicas	
25. Funções trigonométricas	
26. Funções quaisquer diversas: de terceiro grau, modulares, constantes, etc.	
27. Matrizes	
28. Determinantes	
29. Geometria plana: ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos regulares, circunferência, círculo	
30. Geometria plana: retas paralelas e perpendiculares	
31. Geometria plana: semelhança	
32. Trigonometria no triângulo retângulo	
33. Geometria espacial: cubos, prismas, cones, cilindros, pirâmides, esferas	
34. Geometria analítica: estudo da reta	
35. Geometria analítica: estudo da circunferência	
36. Geometria analítica: estudo das cônicas (elipses, hipérbolas, parábolas)	
37. Logaritmos decimais	
38. Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento	
39. Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	
40. Estatística descritiva: médias, moda, mediana, desvios	

APÊNDICE H – BILHETE AOS PROFESSORES

Prezado Professor

Gostaria de contar com a sua ajuda para a minha pesquisa.

Caso você concorde, por favor, responda ao questionário anexo e entregue-o a _____

Obrigada

*Elizabeth Mattiazzo Cardia
Mestranda – UNESP - Bauru*

APÊNDICE I – FICHA DE CONTROLE 1

PESQUISA EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA
 UNESP – Bauru
A Matemática nos cursos de Biologia, de Ciências Biológicas
ou de Ciências com Habilitação em Biologia

CONTROLE DO DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS

ESCOLA VISITADA:.....

Endereço e telefone:.....

Contatos:

Coordenador do Curso:

Professor que aplicou o questionário aos alunos concluintes (2002)

.....

Professor que aplicou o questionário aos alunos ingressantes (2003)

.....

Responsável pela coleta dos questionários respondidos pelos professores:

.....

CONTROLE DE DATAS / QUANTIDADES

	Distribuído ou solicitado	Recolhido ou obtido
Questionário 1		
Questionário 2		
Questionário 5		
Grade curricular		
Projetos pedagógicos		

OUTRAS INFORMAÇÕES:

APÊNDICE J – FICHA DE CONTROLE 2

CONTROLE DA DISTRIBUIÇÃO E COLETA DOS QUESTIONÁRIOS 3

PROFESSORES DE CIÊNCIAS E DE BIOLOGIA

ESCOLA VISITADA:.....em/...../.....
 Telefone:.....
 Contatos: Diretor(a) / Coordenador(a)
 Retorno para recolhimento dequestionários agendado para:.....
 Adiado para:.....
 Total de questionários coletados: em...../...../.....

ESCOLA VISITADA:.....em/...../.....
 Telefone:.....
 Contatos: Diretor(a) / Coordenador(a)
 Retorno para recolhimento dequestionários agendado para:.....
 Adiado para:.....
 Total de questionários coletados: em...../...../.....

ESCOLA VISITADA:.....em/...../.....
 Telefone:.....
 Contatos: Diretor(a) / Coordenador(a)
 Retorno para recolhimento dequestionários agendado para:.....
 Adiado para:.....
 Total de questionários coletados: em...../...../.....

APÊNDICE L – FICHA DE CONTROLE 3
CONTROLE DA DISTRIBUIÇÃO E COLETA DOS QUESTIONÁRIOS 4

BIÓLOGOS

EMPRESA VISITADA:.....em/...../.....

Telefone:.....

Contatos:

Retorno para recolhimento dequestionários agendado para:.....

Adiado para:.....

Total de questionários coletados:em...../...../.....

EMPRESA VISITADA:.....em/...../.....

Telefone:.....

Contatos:

Retorno para recolhimento dequestionários agendado para:.....

Adiado para:.....

Total de questionários coletados:em...../...../.....

EMPRESA VISITADA:.....em/...../.....

Telefone:.....

Contatos:

Retorno para recolhimento dequestionários agendado para:.....

Adiado para:.....

Total de questionários coletados: em...../...../.....

APÊNDICE M

LEVANTAMENTO DAS DISCIPLINAS E RESPECTIVAS CARGAS HORÁRIAS

Notas:

- 1) Disciplinas agrupadas levando-se em conta nome, ementa e bibliografia
- 2) Carga horária média calculada somando-se os totais de horas dedicadas a cada disciplina do grupo e dividindo-se esse total pela quantidade de escolas, isto é, por 5

Anatomia	Cargas horárias
Anatomia Geral e Comparada	120
Anatomia Humana	$74+60+120=254$
Anatomia Humana e Animal	120
Carga horária média	98,8

Botânica	Cargas horárias
Anatomia de Plantas Vasculares	120
Botânica – Anatomia Vegetal	60
Botânica – Criptógamas	60
Botânica Econômica	$120+60=180$
Botânica – Fanerógamas	60
Fisiologia do Desenvolvimento Vegetal	90
Fisiologia do Metabolismo Vegetal	120
Fisiologia Vegetal	$74+120+120+60=374$
Morfologia de Plantas Vasculares	60

Morfologia Vegetal	74+120+120=314
Recursos Econômicos Vegetais	60
Sistemática de Criptógamas	60
Sistemática de Fanerógamas	120
Sistemática Vegetal	74+120+60=254
Carga horária média	386,4

Ecologia	Cargas horárias
Aspectos Ecológicos da Vegetação do Est.SP	90
Dinâmica Populacional	60
Ecologia Animal	60+60+60+60=240
Ecologia Geral	60+60+60+60=240
Ecologia Geral e Humana	74
Ecologia Vegetal	60+60+60+60=240
Educação Ambiental	60+30=90
Fundamentos de Oceanografia Biológica	120
Limnologia	60
Prática de Ecologia Animal e Vegetal	148
Carga horária média	272,4

Embriologia	Cargas horárias
Embriologia	$60+60+90+45+37=292$
Carga horária média	58,4

Evolução	Cargas horárias
Evolução	$74+60+60=194$
Evolução dos seres vivos	30
Filogenética e biogeografia	90
Carga horária média	62,8

Fisiologia	Cargas horárias
Fisiologia Animal	$120+90=210$
Fisiologia Animal Comparada	120
Fisiologia Celular	60
Fisiologia Geral e Humana	120
Fisiologia Humana	$74+90+90+120=374$
Carga horária média	176,8

Farmacologia	Cargas horárias
Farmacologia	$60+60=120$
Carga horária média	24

Física	Cargas horárias
Biofísica	$74+60+60+30=224$
Biofísica Comparada	60
Física	$74+60=134$
Física Geral	$30+60+90=180$
Higiene das Radiações	60
Carga horária média	131,6

Genética	Cargas horárias
Aplicações Biotecnológicas	60
Biologia Celular	$74+120+90=284$
Biologia Molecular	60
Biologia Celular e Molecular	90
Citogenética	60
Citologia	60
Fundamentos de Citogenética	60
Genética	$74+120+120+120=434$
Genética Básica	60
Genética Humana	$30+30=60$
Genética Molecular	60
Carga horária média	257,6

Geologia	Cargas horárias
Geologia	$30+60+60=150$
Geologia e Paleontologia	$74+60=134$
Paleontologia	$90+60=150$
Carga horária média	86,8

Hematologia	Cargas horárias
Hematologia	60
Carga horária média	12

Histologia	Cargas horárias
Histologia	$90+60+120+45+37=352$
Carga horária média	70,4

Imunologia	Cargas horárias
Imunologia	$37+120+60=217$
Imunologia Básica	$30+60=90$
Carga horária média	61,4

Microbiologia	Cargas horárias
Microbiologia	$37+60+60=157$
Microbiologia Básica	$60+60=120$
Carga horária média	55,4

Matemática	Cargas horárias
Bioestatística	$74+60+60+60+60=314$
Cálculo Diferencial e Integral	60
Complementos de Matemática	60
Matemática	60
Matemática Aplicada	30
Métodos quantitativos aplicados à Biologia	30
Carga horária média	110,8

Parasitologia	Cargas horárias
Parasitologia	$74+120=194$
Parasitologia Humana	90
Carga horária média	56,8

Patologia	Cargas horárias
Patologia	60
Carga horária média	12

Química	Cargas horárias
Bioquímica	74+120+90+60=344
Bioquímica Geral	120
Inter-relações metabólicas	30
Química Analítica	60
Química Analítica Prática	30
Química Analítica Teórica	60
Química Geral	60+60+60=180
Química Geral e Inorgânica Prática	30
Química Geral e Inorgânica Teórica	30
Química Geral e Orgânica	74
Química Orgânica Prática	30
Química Orgânica Teórica	30
Carga horária média	203,6

Saúde Pública	Cargas horárias
Educação em Saúde Pública	60
Fundamentos de Saúde Pública	30
Carga horária média	18

Zoologia	Cargas horárias
Invertebrados	120
Vertebrados	120
Zoologia de Cordados	74
Zoologia de Invertebrados	$74+180=254$
Zoologia de Invertebrados Prática	$60+60=120$
Zoologia de Invertebrados Teórica	$60+120=180$
Zoologia de Vertebrados	120
Zoologia de Vertebrados Prática	$60+30=120$
Zoologia de Vertebrados Teórica	$60+60=120$
Carga horária média	239,6

APENDICE O

QUADRO-RESUMO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Tabela 7.3 – Quadro representativo da utilização de conteúdos de Matemática nas disciplinas dos Cursos de Ciências Biológicas

GRUPOS DE DISCIPLINAS	Conteúdos <i>Indispensáveis</i>	Conteúdos <i>Necessários</i>	Conteúdos <i>Circunstanciais</i>
Botânica	- -	3-39-65	1-2-4-5-10-21-23- 25-29-37-38-40-41- 47-55-56-66
Ecologia	39-65	1-2-3-9 e 23-24 e 37-38-47-50-55	4-21-25-27-29-40- 41-53-56-60-67-68
Genética	41-42	1-2-3-39-40-47- 50-65	4 e 21-9 e 23-22-33- 37-38-43-53-55-56- 60-66-67
Zoologia	3	39-50-65	1-2-4-29(ângulos)- 37-38-40-41-42-47- 55-56
Química	38-65	1-3-33-37-39-47- 50	2-4 e 21-5 e 22-9 e 23-12-15-25-29-40- 41-42-55-56-66-69
Fisiologia	65	1-3-37-38-39-47- 50	2-4 (incl.funç.c/ + de 1 sentença)- 17- 20-23-24-25-40-41- 42-48-53-54-55-56

Tabela 7.3 – continuação

Física	1-2-3-25-38-65	21-22-23-29-37- 39-47-50-55-56	24-31-33-47-54-58- 60-68
Anatomia	-	3-50	1-29-38-47
Geologia	39	1-3-50-65	4-32-38-47-48
Histologia	3	50	38-39-65
Evolução	39-40-65	1-2-3-5 e 22-38- 41-47-50-55	23-27-37-42
Imunologia	39-65	38-50	1-2-3-24-37-41-42- 47
Embriologia	-	50	3-21-38-39-47-65
Parasitologia	3-50	39	29(ângulos)-37-41- 47-65
Microbiologia	-	3-50-65	9-21-23-24- 33(poliedros)-37- 38-39-46-47
Farmacologia	3-50	1-37-39-47-65	10-23-38-40
Saúde Pública	39-50	1-40-47	2-3-41
Hematologia	50	3	1-39-47-65
Patologia	50	65	39

ANEXOS

ANEXO A**CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO
CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR****RESOLUÇÃO CNE/CES 7, DE 11 DE MARÇO DE 2002.^(*)**

Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas.

O Presidente da Câmara de Educação Superior, no uso de suas atribuições legais e tendo em vista o disposto na Lei 9.131, de 25 de novembro de 1995, e ainda o Parecer CNE/CES 1.301/2001, homologado pelo Senhor Ministro de Estado da Educação, em 4 de dezembro de 2001, resolve:

Art. 1º As Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas, integrantes do Parecer 1.301/2001, deverão orientar a formulação do projeto pedagógico do referido curso.

Art. 2º O projeto pedagógico de formação profissional a ser formulado pelo curso de Ciências Biológicas deverá explicitar:

- I - o perfil dos formandos nas modalidades bacharelado e licenciatura;
- II - as competências e habilidades gerais e específicas a serem desenvolvidas;
- III - a estrutura do curso;
- IV - os conteúdos básicos e complementares e respectivos núcleos;
- V - os conteúdos definidos para a Educação Básica, no caso das licenciaturas;
- VI - o formato dos estágios;
- VII - as características das atividades complementares; e
- VIII - as formas de avaliação.

Art. 3º A carga horária dos cursos de Ciências Biológicas deverá obedecer ao disposto na Resolução que normatiza a oferta dessa modalidade e a carga horária da licenciatura deverá cumprir o estabelecido na Resolução CNE/CP 2/2002, resultante do Parecer CNE/CP 28/2001.

Art. 4º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

ARTHUR ROQUETE DE MACEDO
Presidente da Câmara de Educação Superior

^(*) CNE. Resolução CNE/CES 7/2002. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de março de 2002. Seção 1, p. 12.

PARECER CNE/CES 1.301/2001 – HOMOLOGADO
 Despacho do Ministro em 04/12/2001, publicado no Diário Oficial da União de 7/12/2001,
 Seção 1, p.25.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

INTERESSADO: Conselho Nacional de Educação / Câmara de Educação Superior		UF: DF
ASSUNTO: Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas		
RELATOR(A): Francisco César de Sá Barreto (Relator), Carlos Alberto Serpa de Oliveira, Roberto Claudio Frota Bezerra		
PROCESSO(S) N.º(S): 23001.000316/2001-86		
PARECER N.º: CNE/CES 1.301/2001	COLEGIADO: CES	APROVADO EM: 06/11/2001

I – RELATÓRIO

A Biologia é a ciência que estuda os seres vivos, a relação entre eles e o meio ambiente, além dos processos e mecanismos que regulam a vida. Portanto, os profissionais formados nesta área do conhecimento têm papel preponderante nas questões que envolvem o conhecimento da natureza.

O estudo das Ciências Biológicas deve possibilitar a compreensão de que a vida se organizou através do tempo, sob a ação de processos evolutivos, tendo resultado numa diversidade de formas sobre as quais continuam atuando as pressões seletivas. Esses organismos, incluindo os seres humanos, não estão isolados, ao contrário, constituem sistemas que estabelecem complexas relações de interdependência. O entendimento dessas interações envolve a compreensão das condições físicas do meio, do modo de vida e da organização funcional interna próprios das diferentes espécies e sistemas biológicos. Contudo, particular atenção deve ser dispensada às relações estabelecidas pelos seres humanos, dada a sua especificidade. Em tal abordagem, os conhecimentos biológicos não se dissociam dos sociais, políticos, econômicos e culturais.

II – VOTO DO(A) RELATOR(A)

Diante do exposto e com base nas discussões e sistematização das sugestões apresentadas pelos diversos órgãos, entidades e Instituições à SESu/MEC e acolhida por este Conselho, voto favoravelmente à aprovação das Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas e do projeto de resolução, na forma ora apresentada.

Brasília(DF), 06 de novembro de 2001.

Conselheiro(a) Francisco César de Sá Barreto – Relator(a)
 Conselho(a) Carlos Alberto Serpa de Oliveira
 Conselho(a) Roberto Cláudio Frota Bezerra

III – DECISÃO DA CÂMARA

A Câmara de Educação Superior aprova por unanimidade o voto do(a) Relator(a).

Sala das Sessões, em 06 de novembro de 2001.

Conselheiro Arthur Roquete de Macedo – Presidente
 Conselho José Carlos Almeida da Silva – Vice-Presidente

DIRETRIZES CURRICULARES PARA OS CURSOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

1. PERFIL DOS FORMANDOS

O Bacharel em Ciências Biológicas deverá ser:

- a) generalista, crítico, ético, e cidadão com espírito de solidariedade;
- b) detentor de adequada fundamentação teórica, como base para uma ação competente, que inclua o conhecimento profundo da diversidade dos seres vivos, bem como sua organização e funcionamento em diferentes níveis, suas relações filogenéticas e evolutivas, suas respectivas distribuições e relações com o meio em que vivem;
- c) consciente da necessidade de atuar com qualidade e responsabilidade em prol da conservação e manejo da biodiversidade, políticas de saúde, meio ambiente, biotecnologia, bioprospecção, biossegurança, na gestão ambiental, tanto nos aspectos técnicos-científicos, quanto na formulação de políticas, e de se tornar agente transformador da realidade presente, na busca de melhoria da qualidade de vida;
- d) comprometido com os resultados de sua atuação, pautando sua conduta profissional por critério humanísticos, compromisso com a cidadania e rigor científico, bem como por referenciais éticos legais;
- e) consciente de sua responsabilidade como educador, nos vários contextos de atuação profissional;
- f) apto a atuar multi e interdisciplinarmente, adaptável à dinâmica do mercado de trabalho e às situações de mudança contínua do mesmo;
- g) preparado para desenvolver idéias inovadoras e ações estratégicas, capazes de ampliar e aperfeiçoar sua área de atuação.

2. COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

- a) Pautar-se por princípios da ética democrática: responsabilidade social e ambiental, dignidade humana, direito à vida, justiça, respeito mútuo, participação, responsabilidade, diálogo e solidariedade;
- b) Reconhecer formas de discriminação racial, social, de gênero, etc. que se fundem inclusive em alegados pressupostos biológicos, posicionando-se diante delas de forma crítica, com respaldo em pressupostos epistemológicos coerentes e na bibliografia de referência;
- c) Atuar em pesquisa básica e aplicada nas diferentes áreas das Ciências Biológicas, comprometendo-se com a divulgação dos resultados das pesquisas em veículos adequados para ampliar a difusão e ampliação do conhecimento;
- d) Portar-se como educador, consciente de seu papel na formação de cidadãos, inclusive na perspectiva sócio-ambiental;
- e) utilizar o conhecimento sobre organização, gestão e financiamento da pesquisa e sobre a legislação e políticas públicas referentes à área;
- f) Entender o processo histórico de produção do conhecimento das ciências biológicas referente a conceitos/princípios/teorias;
- g) Estabelecer relações entre ciência, tecnologia e sociedade;
- h) Aplicar a metodologia científica para o planejamento, gerenciamento e execução de processos e técnicas visando o desenvolvimento de projetos, perícias, consultorias, emissão de laudos, pareceres etc. em diferentes contextos;

- i) Utilizar os conhecimentos das ciências biológicas para compreender e transformar o contexto sócio-político e as relações nas quais está inserida a prática profissional, conhecendo a legislação pertinente;
- j) desenvolver ações estratégicas capazes de ampliar e aperfeiçoar as formas de atuação profissional, preparando-se para a inserção no mercado de trabalho em contínua transformação;
- k) Orientar escolhas e decisões em valores e pressupostos metodológicos alinhados com a democracia, com o respeito à diversidade étnica e cultural, às culturas autóctones e à biodiversidade;
- l) atuar multi e interdisciplinarmente, interagindo com diferentes especialidades e diversos profissionais, de modo a estar preparado a contínua mudança do mundo produtivo;
- m) avaliar o impacto potencial ou real de novos conhecimentos/tecnologias/serviços e produtos resultantes da atividade profissional, considerando os aspectos éticos, sociais e epistemológicos;
- n) comprometer-se com o desenvolvimento profissional constante, assumindo uma postura de flexibilidade e disponibilidade para mudanças contínuas, esclarecido quanto às opções sindicais e corporativas inerentes ao exercício profissional.

3. ESTRUTURA DO CURSO

A estrutura do curso deve ter por base os seguintes princípios:

- contemplar as exigências do perfil do profissional em Ciências Biológicas, levando em consideração a identificação de problemas e necessidades atuais e prospectivas da sociedade, assim como da legislação vigente;
- garantir uma sólida formação básica inter e multidisciplinar;
- privilegiar atividades obrigatórias de campo, laboratório e adequada instrumentação técnica;
- favorecer a flexibilidade curricular, de forma a contemplar interesses e necessidades específicas dos alunos;
- explicitar o tratamento metodológico no sentido de garantir o equilíbrio entre a aquisição de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores;
- garantir um ensino problematizado e contextualizado, assegurando a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão;
- proporcionar a formação de competência na produção do conhecimento com atividades que levem o aluno a: procurar, interpretar, analisar e selecionar informações; identificar problemas relevantes, realizar experimentos e projetos de pesquisa;
- levar em conta a evolução epistemológica dos modelos explicativos dos processos biológicos;
- estimular atividades que socializem o conhecimento produzido tanto pelo corpo docente como pelo discente;
- estimular outras atividades curriculares e extracurriculares de formação, como, por exemplo, iniciação científica, monografia, monitoria, atividades extensionistas, estágios, disciplinas optativas, programas especiais, atividades associativas e de representação e outras julgadas pertinentes;

□ considerar a implantação do currículo como experimental, devendo ser permanentemente avaliado, a fim de que possam ser feitas, no devido tempo, as correções que se mostrarem necessárias.

A estrutura geral do curso, compreendendo disciplinas e demais atividades, pode ser variada, admitindo-se a organização em módulos ou em créditos, num sistema seriado ou não, anual, semestral ou misto, desde que os conhecimentos biológicos sejam distribuídos ao longo de todo o curso, devidamente interligados e estudados numa abordagem unificadora.

4. CONTEÚDOS CURRICULARES

4.1 CONTEÚDOS BÁSICOS

Os conteúdos básicos deverão englobar conhecimentos biológicos e das áreas das ciências exatas, da terra e humanas, tendo a evolução como eixo integrador. Os seguintes conteúdos são considerados básicos:

BIOLOGIA CELULAR, MOLECULAR E EVOLUÇÃO: Visão ampla da organização e interações biológicas, construída a partir do estudo da estrutura molecular e celular, função e mecanismos fisiológicos da regulação em modelos eucariontes, procariontes e de partículas virais, fundamentados pela informação bioquímica, biofísica, genética e imunológica. Compreensão dos mecanismos de transmissão da informação genética, em nível molecular, celular e evolutivo.

DIVERSIDADE BIOLÓGICA: Conhecimento da classificação, filogenia, organização, biogeografia, etologia, fisiologia e estratégias adaptativas morfo-funcionais dos seres vivos.

ECOLOGIA: Relações entre os seres vivos e destes com o ambiente ao longo do tempo geológico. Conhecimento da dinâmica das populações, comunidades e ecossistemas, da conservação e manejo da fauna e flora e da relação saúde, educação e ambiente.

FUNDAMENTOS DAS CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA: Conhecimentos matemáticos, físicos, químicos, estatísticos, geológicos e outros fundamentais para o entendimento dos processos e padrões biológicos.

FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS E SOCIAIS: Reflexão e discussão dos aspectos éticos e legais relacionados ao exercício profissional. Conhecimentos básicos de: História, Filosofia e Metodologia da Ciência, Sociologia e Antropologia, para dar suporte à sua atuação profissional na sociedade, com a consciência de seu papel na formação de cidadãos.

4.2 CONTEÚDOS ESPECÍFICOS

Os conteúdos específicos deverão atender as modalidades Licenciatura e Bacharelado.

A modalidade Bacharelado deverá possibilitar orientações diferenciadas, nas várias sub-áreas das Ciências Biológicas, segundo o potencial vocacional das IES e as demandas regionais.

A modalidade Licenciatura deverá contemplar, além dos conteúdos próprios das Ciências Biológicas, conteúdos nas áreas de Química, Física e da Saúde, para atender ao ensino fundamental e médio. A formação pedagógica, além de suas especificidades, deverá contemplar uma visão geral da educação e dos processos formativos dos educandos. Deverá também enfatizar a instrumentação para o ensino de Ciências no nível fundamental e para o ensino da Biologia, no nível médio.

A elaboração de monografia deve ser estimulada como trabalho de conclusão de curso, nas duas modalidades.

Para a licenciatura em Ciências Biológicas serão incluídos, no conjunto dos conteúdos profissionais, os conteúdos da Educação Básica, consideradas as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores em nível superior, bem como as Diretrizes Nacionais para a Educação Básica e para o Ensino Médio.

4.3 ESTÁGIOS E ATIVIDADES COMPLEMENTARES

O estágio curricular deve ser atividade obrigatória e supervisionada que contabilize horas e créditos.

Além do estágio curricular, uma série de outras atividades complementares deve ser estimulada como estratégia didática para garantir a interação teoria-prática, tais como: monitoria, iniciação científica, apresentação de trabalhos em congressos e seminários, iniciação à docência, cursos e atividades de extensão. Estas atividades poderão constituir créditos para efeito de integralização curricular, devendo as IES criar mecanismos de avaliação das mesmas.

PROJETO DE RESOLUÇÃO _____, de _____ de _____ de _____

Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas.

O Presidente Câmara de Educação Superior, no uso de suas atribuições legais e tendo em vista o disposto na Lei 9.131, de 25 de novembro de 1995, e ainda o Parecer CNE/CES _____, homologado pelo Senhor Ministro de Estado da Educação em _____,

RESOLVE:

Art. 1º. As Diretrizes curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas, integrantes do Parecer _____, deverão orientar a formulação do projeto pedagógico do referido curso.

Art. 2º. O projeto pedagógico de formação profissional a ser formulado pelo curso de Ciências Biológicas deverá explicitar:

- a) o perfil dos formandos nas modalidades bacharelado e licenciatura;
- b) as competências e habilidades gerais e específicas a serem desenvolvidas;
- c) a estrutura do curso;
- d) os conteúdos básicos e complementares e respectivos núcleos;
- e) os conteúdos definidos para a Educação Básica, no caso das licenciaturas;
- f) o formato dos estágios;
- g) as características das atividades complementares;
- h) as formas de avaliação.

Art. 3º. A carga horária do cursos de Ciências Biológicas, deverá obedecer ao disposto na Resolução que normatiza a oferta dessa modalidade e a carga horária da licenciatura deverá cumprir o estabelecido na Resolução CNE/CP _____, integrante do Parecer CNE/CP _____.

Art. 4º. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Presidente da Câmara de Educação Superior

ANEXO B**CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO
CONSELHO PLENO
RESOLUÇÃO CNE/CP 1, DE 18 DE FEVEREIRO DE 2002.^(*)**

Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena.

O Presidente do Conselho Nacional de Educação, no uso de suas atribuições legais e tendo em vista o disposto no Art. 9º, § 2º, alínea “c” da Lei 4.024, de 20 de dezembro de 1961, com a redação dada pela Lei 9.131, de 25 de novembro de 1995, e com fundamento nos Pareceres CNE/CP 9/2001 e 27/2001, peças indispensáveis do conjunto das presentes Diretrizes Curriculares Nacionais, homologados pelo Senhor Ministro da Educação em 17 de janeiro de 2002, resolve:

Art. 1º As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, em curso de licenciatura, de graduação plena, constituem-se de um conjunto de princípios, fundamentos e procedimentos a serem observados na organização institucional e curricular de cada estabelecimento de ensino e aplicam-se a todas as etapas e modalidades da educação básica.

Art. 2º A organização curricular de cada instituição observará, além do disposto nos artigos 12 e 13 da Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996, outras formas de orientação inerentes à formação para a atividade docente, entre as quais o preparo para:

- I - o ensino visando à aprendizagem do aluno;
- II - o acolhimento e o trato da diversidade;
- III - o exercício de atividades de enriquecimento cultural;
- IV - o aprimoramento em práticas investigativas;
- V - a elaboração e a execução de projetos de desenvolvimento dos conteúdos curriculares;
- VI - o uso de tecnologias da informação e da comunicação e de metodologias, estratégias e materiais de apoio inovadores;
- VII - o desenvolvimento de hábitos de colaboração e de trabalho em equipe.

Art. 3º A formação de professores que atuarão nas diferentes etapas e modalidades da educação básica observará princípios norteadores desse preparo para o exercício profissional específico, que considerem:

- I - a competência como concepção nuclear na orientação do curso;
- II - a coerência entre a formação oferecida e a prática esperada do futuro professor, tendo em vista:
 - a) a simetria invertida, onde o preparo do professor, por ocorrer em lugar similar àquele em que vai atuar, demanda consistência entre o que faz na formação e o que dele se espera;
 - b) a aprendizagem como processo de construção de conhecimentos, habilidades e valores em interação com a realidade e com os demais indivíduos, no qual são colocadas em uso capacidades pessoais;
 - c) os conteúdos, como meio e suporte para a constituição das competências;

^(*) CNE. Resolução CNE/CP 1/2002. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 31. Republicada por ter saído com incorreção do original no D.O.U. de 4 de março de 2002. Seção 1, p. 8.

d) a avaliação como parte integrante do processo de formação, que possibilita o diagnóstico de lacunas e a aferição dos resultados alcançados, consideradas as competências a serem constituídas e a identificação das mudanças de percurso eventualmente necessárias.

III - a pesquisa, com foco no processo de ensino e de aprendizagem, uma vez que ensinar requer, tanto dispor de conhecimentos e mobilizá-los para a ação, como compreender o processo de construção do conhecimento.

Art. 4º Na concepção, no desenvolvimento e na abrangência dos cursos de formação é fundamental que se busque:

I - considerar o conjunto das competências necessárias à atuação profissional;

II - adotar essas competências como norteadoras, tanto da proposta pedagógica, em especial do currículo e da avaliação, quanto da organização institucional e da gestão da escola de formação.

Art. 5º O projeto pedagógico de cada curso, considerado o artigo anterior, levará em conta que:

I - a formação deverá garantir a constituição das competências objetivadas na educação básica;

II - o desenvolvimento das competências exige que a formação contemple diferentes âmbitos do conhecimento profissional do professor;

III - a seleção dos conteúdos das áreas de ensino da educação básica deve orientar-se por ir além daquilo que os professores irão ensinar nas diferentes etapas da escolaridade;

IV - os conteúdos a serem ensinados na escolaridade básica devem ser tratados de modo articulado com suas didáticas específicas;

V - a avaliação deve ter como finalidade a orientação do trabalho dos formadores, a autonomia dos futuros professores em relação ao seu processo de aprendizagem e a qualificação dos profissionais com condições de iniciar a carreira.

Parágrafo único. A aprendizagem deverá ser orientada pelo princípio metodológico geral, que pode ser traduzido pela ação-reflexão-ação e que aponta a resolução de situações-problema como uma das estratégias didáticas privilegiadas.

Art. 6º Na construção do projeto pedagógico dos cursos de formação dos docentes, serão consideradas:

I - as competências referentes ao comprometimento com os valores inspiradores da sociedade democrática;

II - as competências referentes à compreensão do papel social da escola;

III - as competências referentes ao domínio dos conteúdos a serem socializados, aos seus significados em diferentes contextos e sua articulação interdisciplinar;

IV - as competências referentes ao domínio do conhecimento pedagógico;

V - as competências referentes ao conhecimento de processos de investigação que possibilitem o aperfeiçoamento da prática pedagógica;

VI - as competências referentes ao gerenciamento do próprio desenvolvimento profissional.

§ 1º O conjunto das competências enumeradas neste artigo não esgota tudo que uma escola de formação possa oferecer aos seus alunos, mas pontua demandas importantes oriundas da análise da atuação profissional e assenta-se na legislação vigente e nas diretrizes curriculares nacionais para a educação básica.

§ 2º As referidas competências deverão ser contextualizadas e complementadas pelas competências específicas próprias de cada etapa e modalidade da educação básica e de cada área do conhecimento a ser contemplada na formação.

§ 3º A definição dos conhecimentos exigidos para a constituição de competências deverá, além da formação específica relacionada às diferentes etapas da educação básica, propiciar a inserção no debate contemporâneo mais amplo, envolvendo questões culturais, sociais, econômicas e o conhecimento sobre o desenvolvimento humano e a própria docência, contemplando:

- I - cultura geral e profissional;
- II - conhecimentos sobre crianças, adolescentes, jovens e adultos, aí incluídas as especificidades dos alunos com necessidades educacionais especiais e as das comunidades indígenas;
- III - conhecimento sobre dimensão cultural, social, política e econômica da educação;
- IV - conteúdos das áreas de conhecimento que serão objeto de ensino;
- V - conhecimento pedagógico;
- VI - conhecimento advindo da experiência.

Art. 7º A organização institucional da formação dos professores, a serviço do desenvolvimento de competências, levará em conta que:

- I - a formação deverá ser realizada em processo autônomo, em curso de licenciatura plena, numa estrutura com identidade própria;
- II - será mantida, quando couber, estreita articulação com institutos, departamentos e cursos de áreas específicas;
- III - as instituições constituirão direção e colegiados próprios, que formulem seus próprios projetos pedagógicos, articulem as unidades acadêmicas envolvidas e, a partir do projeto, tomem as decisões sobre organização institucional e sobre as questões administrativas no âmbito de suas competências;
- IV - as instituições de formação trabalharão em interação sistemática com as escolas de educação básica, desenvolvendo projetos de formação compartilhados;
- V - a organização institucional preverá a formação dos formadores, incluindo na sua jornada de trabalho tempo e espaço para as atividades coletivas dos docentes do curso, estudos e investigações sobre as questões referentes ao aprendizado dos professores em formação;
- VI - as escolas de formação garantirão, com qualidade e quantidade, recursos pedagógicos como biblioteca, laboratórios, videoteca, entre outros, além de recursos de tecnologias da informação e da comunicação;
- VII - serão adotadas iniciativas que garantam parcerias para a promoção de atividades culturais destinadas aos formadores e futuros professores;
- VIII - nas instituições de ensino superior não detentoras de autonomia universitária serão criados Institutos Superiores de Educação, para congregar os cursos de formação de professores que ofereçam licenciaturas em curso Normal Superior para docência multidisciplinar na educação infantil e anos iniciais do ensino fundamental ou licenciaturas para docência nas etapas subseqüentes da educação básica.

Art. 8º As competências profissionais a serem constituídas pelos professores em formação, de acordo com as presentes Diretrizes, devem ser a referência para todas as formas de avaliação dos cursos, sendo estas:

- I - periódicas e sistemáticas, com procedimentos e processos diversificados, incluindo conteúdos trabalhados, modelo de organização, desempenho do quadro de formadores e qualidade da vinculação com escolas de educação infantil, ensino fundamental e ensino médio, conforme o caso;
- II - feitas por procedimentos internos e externos, que permitam a identificação das diferentes dimensões daquilo que for avaliado;

III - incidentes sobre processos e resultados.

Art. 9º A autorização de funcionamento e o reconhecimento de cursos de formação e o credenciamento da instituição decorrerão de avaliação externa realizada no *locus* institucional, por corpo de especialistas direta ou indiretamente ligados à formação ou ao exercício profissional de professores para a educação básica, tomando como referência as competências profissionais de que trata esta Resolução e as normas aplicáveis à matéria.

Art. 10. A seleção e o ordenamento dos conteúdos dos diferentes âmbitos de conhecimento que comporão a matriz curricular para a formação de professores, de que trata esta Resolução, serão de competência da instituição de ensino, sendo o seu planejamento o primeiro passo para a transposição didática, que visa a transformar os conteúdos selecionados em objeto de ensino dos futuros professores.

Art. 11. Os critérios de organização da matriz curricular, bem como a alocação de tempos e espaços curriculares se expressam em eixos em torno dos quais se articulam dimensões a serem contempladas, na forma a seguir indicada:

- I - eixo articulador dos diferentes âmbitos de conhecimento profissional;
- II - eixo articulador da interação e da comunicação, bem como do desenvolvimento da autonomia intelectual e profissional;
- III - eixo articulador entre disciplinaridade e interdisciplinaridade;
- IV - eixo articulador da formação comum com a formação específica;
- V - eixo articulador dos conhecimentos a serem ensinados e dos conhecimentos filosóficos, educacionais e pedagógicos que fundamentam a ação educativa;
- VI - eixo articulador das dimensões teóricas e práticas.

Parágrafo único. Nas licenciaturas em educação infantil e anos iniciais do ensino fundamental deverão preponderar os tempos dedicados à constituição de conhecimento sobre os objetos de ensino e nas demais licenciaturas o tempo dedicado às dimensões pedagógicas não será inferior à quinta parte da carga horária total.

Art. 12. Os cursos de formação de professores em nível superior terão a sua duração definida pelo Conselho Pleno, em parecer e resolução específica sobre sua carga horária.

§ 1º A prática, na matriz curricular, não poderá ficar reduzida a um espaço isolado, que a restrinja ao estágio, desarticulado do restante do curso.

§ 2º A prática deverá estar presente desde o início do curso e permear toda a formação do professor.

§ 3º No interior das áreas ou das disciplinas que constituírem os componentes curriculares de formação, e não apenas nas disciplinas pedagógicas, todas terão a sua dimensão prática.

Art. 13. Em tempo e espaço curricular específico, a coordenação da dimensão prática transcenderá o estágio e terá como finalidade promover a articulação das diferentes práticas, numa perspectiva interdisciplinar.

§ 1º A prática será desenvolvida com ênfase nos procedimentos de observação e reflexão, visando à atuação em situações contextualizadas, com o registro dessas observações realizadas e a resolução de situações-problema.

§ 2º A presença da prática profissional na formação do professor, que não prescinde da observação e ação direta, poderá ser enriquecida com tecnologias da informação, incluídos o computador e o vídeo, narrativas orais e escritas de professores, produções de alunos, situações simuladoras e estudo de casos.

§ 3º O estágio curricular supervisionado, definido por lei, a ser realizado em escola de educação básica, e respeitado o regime de colaboração entre os sistemas de ensino, deve ser desenvolvido a partir do início da segunda metade do curso e ser avaliado conjuntamente pela escola formadora e a escola campo de estágio.

Art. 14. Nestas Diretrizes, é enfatizada a flexibilidade necessária, de modo que cada instituição formadora construa projetos inovadores e próprios, integrando os eixos articuladores nelas mencionados.

§ 1º A flexibilidade abrangerá as dimensões teóricas e práticas, de interdisciplinaridade, dos conhecimentos a serem ensinados, dos que fundamentam a ação pedagógica, da formação comum e específica, bem como dos diferentes âmbitos do conhecimento e da autonomia intelectual e profissional.

§ 2º Na definição da estrutura institucional e curricular do curso, caberá a concepção de um sistema de oferta de formação continuada, que propicie oportunidade de retorno planejado e sistemático dos professores às agências formadoras.

Art. 15. Os cursos de formação de professores para a educação básica que se encontrarem em funcionamento deverão se adaptar a esta Resolução, no prazo de dois anos.

§ 1º Nenhum novo curso será autorizado, a partir da vigência destas normas, sem que o seu projeto seja organizado nos termos das mesmas.

§ 2º Os projetos em tramitação deverão ser restituídos aos requerentes para a devida adequação.

Art. 16. O Ministério da Educação, em conformidade com § 1º Art. 8º da Lei 9.394, coordenará e articulará em regime de colaboração com o Conselho Nacional de Educação, o Conselho Nacional de Secretários Estaduais de Educação, o Fórum Nacional de Conselhos Estaduais de Educação, a União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação e representantes de Conselhos Municipais de Educação e das associações profissionais e científicas, a formulação de proposta de diretrizes para a organização de um sistema federativo de certificação de competência dos professores de educação básica.

Art. 17. As dúvidas eventualmente surgidas, quanto a estas disposições, serão dirimidas pelo Conselho Nacional de Educação, nos termos do Art. 90 da Lei 9.394.

Art. 18. O parecer e a resolução referentes à carga horária, previstos no Artigo 12 desta resolução, serão elaborados por comissão bicameral, a qual terá cinquenta dias de prazo para submeter suas propostas ao Conselho Pleno.

Art. 19. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

ULYSSES DE OLIVEIRA PANISSET
Presidente do Conselho Nacional de Educação