**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Programa de Pós-Graduação em Ciências (Bioquímica)

PAULO DE AVILA JUNIOR

**Introdução à Ciência – uma disciplina para
alunos de graduação**

São Paulo

12/02/2010

PAULO DE AVILA JUNIOR

**Introdução à Ciência – uma disciplina para
alunos de graduação**

*Tese apresentada ao Instituto de
Química da Universidade de São Paulo para
obtenção do Título de Doutor em Ciências
(Bioquímica)*

Orientador: Prof. Dr. Bayardo Baptista Torres

São Paulo
2010

Paulo de Avila Junior

Introdução à Ciência – uma disciplina para alunos de graduação.

*Tese apresentada ao Instituto de Química da
Universidade de São Paulo para obtenção do
Título de Doutor em Ciências (Bioquímica)*

Aprovado em: _____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

*À minha mãe Maria Helena, à minha prima
Miriam, à minha avó Armelinda (in memoriam) e à
minha namorada Thaís.*

AGRADECIMENTOS

Muitos contribuíram para a realização deste trabalho, direta ou indiretamente. Dessa forma, sou muito grato por todos os tipos de apoio que recebi, os quais foram fundamentais ao pleno aproveitamento dessa oportunidade de trabalho e ao meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Primeiramente agradeço a Deus por me permitir chegar até aqui e realizar mais um sonho.

Agradeço o apoio de toda a minha família. Em especial à minha irmã Vivianne, à Miriam, à minha namorada e, em breve esposa, Thaís, ao meu tio Carlos e à minha maravilhosa e dedicada mãe Maria Helena por todo seu carinho, trabalho, apoio e estímulo à minha formação pessoal e profissional.

Agradeço o apoio de todos os meus amigos e colegas de trabalho. Ao André Bianco, ao Remo, ao Guilherme, ao Roberson, ao Silvio Camargo, à Prof^a Dra. Ana Maria, à Raquel L. e, em especial, ao meu orientador Prof. Dr. Bayardo B. Torres.

Agradeço pela iniciativa dos alunos em cursar a disciplina Introdução à Ciência e a ajuda dos funcionários do Instituto de Química da USP e da Biblioteca Conjunto das Químicas.

Agradeço à USP e à CAPES pelo investimento em minha formação.

“A prática educativa é uma prática política, que coloca ao educador uma ruptura, uma opção, ou seja, você educa com vistas a um certo ideal. É o sonho de sociedade que você tem”. (Paulo Freire, 1994)

RESUMO

Avila Jr, P. **Introdução à Ciência – uma disciplina para alunos de graduação**. 2010. 272p. Tese - Programa de Pós-Graduação em Ciências, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

O aprendizado do método científico estimula o desenvolvimento do pensamento crítico e a análise lógica de informações. Além disso, a proposição e teste de hipóteses são aplicáveis não só à ciência, mas também para fatos comuns da vida diária. Saber como a ciência é feita e seus resultados publicados são úteis para todos os cidadãos e obrigatório para os estudantes de ciências. Uma disciplina de 60-h (QBQ2006 - Introdução à Ciência) foi criada para oferecer aos estudantes de graduação uma forma sistemática de aprendizagem dos procedimentos de produção e publicação científica. A disciplina foi composta por dois módulos e seu foco principal era a bioquímica. O Módulo I explorou artigos científicos e o Módulo II a escrita do projeto de pesquisa. O Módulo I abordou os tópicos: (1) a diferença entre o conhecimento científico e o senso comum; (2) diferentes concepções de ciência; (3) metodologia científica; (4) categorias publicação científica; (5) princípios de lógica; (6) dedução e indução; e (7) leitura crítica de artigos científicos. O Módulo II abordou: (1) seleção de um problema experimental para investigação; (2) revisão bibliográfica; (3) materiais e métodos; (4) apresentação e escrita de projeto; (5) agências de financiamento; e (6) análise crítica de resultados experimentais. O curso adotou uma estratégia de aprendizagem colaborativa, e cada tópico foi estudado por meio de atividades a ser realizadas pelos alunos. Avaliações qualitativas e quantitativas do curso, com questionários do tipo Likert, foram realizadas em cada

oferecimento e os resultados mostraram grande aprovação da disciplina pelos alunos. Os professores responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento da disciplina também a avaliaram positivamente. O Departamento de Bioquímica do Instituto de Química da Universidade de São Paulo ofereceu essa disciplina quatro vezes.

Aproveitando os recursos fornecidos pelas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e da experiência adquirida com o primeiro oferecimento da disciplina QBQ2006 foi criado, adaptada desta, outra disciplina de 60h, com o mesmo nome, na modalidade à distância (IC01 - Introdução à Ciência). Foi oferecida aos alunos de graduação dos cursos de Nutrição, Biomedicina e Medicina da Fundação Faculdade Federal de Ciências Médicas de Porto Alegre (FFFCMPA) atual Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA). A disciplina foi composta por dois módulos e adotou estratégia de aprendizagem colaborativa, como descrito na experiência anterior. Avaliações qualitativas e quantitativas do curso, com questionários do tipo Likert, foram realizadas em cada oferecimento e os resultados mostraram a grande aprovação pelos alunos da disciplina. Os professores responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento da disciplina também a avaliaram positivamente. A disciplina IC01, Introdução à Ciência, foi oferecida três vezes.

Palavras-chave: Metodologia Científica, Ciência, projetos de pesquisa, artigos científicos, educação à distância, TICs.

ABSTRACT

Avila Jr, P. **Introducing undergraduate students to Science**. 2010. 272p. PhD Thesis – Graduate Program in Sciences. Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Understanding the scientific method fosters the development of critical thinking and logical analysis of information. Additionally, proposing and testing a hypothesis is applicable not only to science, but also to ordinary facts of daily life. Knowing the way science is done and how its results are published is useful for all citizens and mandatory for science students. A 60-h course (QBQ2006 - Introduction to Science) was created to offer undergraduate students a framework in which to learn the procedures of scientific production and publication. The course's main focus was biochemistry, and it was comprised of two modules. Module I dealt with scientific papers, and Module II with research project writing. Module I covered the topics: (1) the difference between scientific knowledge and common sense, (2) different conceptions of science, (3) scientific methodology, (4) scientific publishing categories, (5) logical principles, (6) deductive and inductive approaches, and (7) critical reading of scientific articles. Module II dealt with (1) selection of an experimental problem for investigation, (2) bibliographic revision, (3) materials and methods, (4) project writing and presentation, (5) funding agencies, and (6) critical analysis of experimental results. The course adopted a collaborative learning strategy, and each topic was studied through activities performed by the students. Qualitative and quantitative course evaluations with Likert questionnaires were carried out at each stage, and the results showed the students' high approval of the course. The staff responsible for course planning and development also evaluated it

positively. The Biochemistry Department of the Chemistry Institute of the University of São Paulo has offered the course four times.

Taking advantage of the resources provided by the Information and Communication Technologies (ICTs) and the experience gained with the first offering of the course QBQ2006 another 60h course was created in distance mode (IC01 - Introduction to Science). It was offered to undergraduate students of Nutrition, Biomedicine and Medicine from the Fundação Faculdade Federal de Ciências Médicas de Porto Alegre (FFFCMPA) current Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA). The course was comprised by the two modules and adopted a collaborative learning strategy, as described in the previous experience. Qualitative and quantitative course evaluations with Likert questionnaires were carried out at each stage, and the results showed the students' high approval of the course. The staff responsible for course planning and development also evaluated it positively. The IC01, Introduction to Science, course was offered three times.

Key words: Scientific methodology, Science, Research projects, Scientific papers, distance education, ICTs.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Iniciativas em Ensino de Ciências	19
1.2 Definições de Ciência	24
1.3 Ciência e Educação Científica	24
1.4 Definições de cidadania	30
1.5 Referencial teórico	31
1.6 Educação à distância	34
 2. OBJETIVOS	 37
2.1 Objetivos específicos	38
 3. PROCEDIMENTOS	 39
3.1. Criação das disciplinas	40
3.2. Divulgação, inscrição e matrícula na disciplina	41
3.3 Critério de aprovação dos alunos nas disciplinas	41
3.4 Número de oferecimentos das disciplinas	41
3.5 Estruturação das disciplinas	42
3.6 Dinâmicas de trabalho empregadas	43
3.6.1 Disciplina presencial.....	43
3.6.2 Disciplina à distância.....	44
3.6.2.1 Escolha do ambiente virtual.....	46
3.7 Elaboração do material	46
3.7.1 Descrição dos conteúdos trabalhados.....	47
3.8 Conteúdos explorados em cada oferecimento da disciplina	72
3.9 Conhecimentos prévios	73
3.10. Avaliação	74
3.10.1 Análise do sucesso no alcance aos objetivos propostos	75
3.10.1.1 Procedimento	76
3.10.2 Programa de Avaliação das Disciplinas do Instituto de Química (PADIQ)	76

4. RESULTADOS	78
4.1. Número de oferecimentos das disciplinas Introdução à Ciência	79
4.2. Número de alunos e cursos de origem	80
4.3 Conhecimentos prévios	80
4.4 Experimento das caixas	84
4.5 Gráficos de acompanhamento dos <i>chats</i>	85
4.6 Exemplos de discussão em ambiente virtual	90
4.7 Avaliação das disciplinas	96
4.7.1 Avaliação da disciplina	97
4.7.1.1 Afirmações comentadas	105
4.7.2 Auto-avaliação (turma G)	107
4.7.3 Avaliação do Material Didático	107
4.7.4 Análise crítica da disciplina (depoimentos espontâneos).....	112
4.8 Atividades extraclasse	115
4.9 Programa de Avaliação das Disciplinas do Instituto de Química (PADIQ)	115
4.10 Análise do sucesso no alcance aos objetivos propostos	116
4.11 Publicação	121
4.12 Prêmio SBBq Award	122
5. DISCUSSÃO	123
5.1 Avaliação do Material Didático	139
5.2 Avaliação da Disciplina à Distância	146
6. CONCLUSÃO	150
7. REFERÊNCIAS	152
APÊNDICES.....	159
Apêndice A – Material da disciplina	159
Apêndice B – Cartaz de divulgação da disciplina	220
Apêndice C – Experimento das caixas (folha para anotações)	221
Apêndice D – Exemplo de material recebido pelos alunos – Atividade Extraclasse I	222

Apêndice E – Exemplo de material recebido pelos alunos –	
Atividade Extraclasse II	227
Apêndice F – Texto utilizado em aula (Aula 7: Referagem)	231
Apêndice G – Exemplo de material recebido pelos alunos –	
Atividade Extraclasse III	234
Apêndice H – Roteiro utilizado inicialmente na Aula 10 –	
Revisão bibliográfica	238
Apêndice I – 1º Questionário	239
Apêndice J – Avaliação da Disciplina Presencial	240
Apêndice K – Avaliação da Disciplina à Distância	242
Apêndice L – Atividade de análise do sucesso no alcance aos	
objetivos propostos	244
Apêndice M – Pôster vencedor do prêmio SBBq Award	246
LISTA DE ANEXOS.....	247

1. Introdução

1. Introdução

Inúmeras informações são veiculadas diariamente em diferentes canais de comunicação científicos e não-científicos (jornais, televisão, internet, etc.). Entretanto, manter-se informado requer muito mais do que simples acesso às informações; pressupõe saber selecioná-las, interpretá-las, relacioná-las e, eventualmente, construir um novo conhecimento a partir delas. Apesar dessas habilidades parecerem triviais, não o são, e sua carência é uma das razões possíveis para o aparecimento de diversos outros grandes problemas, como esses evidenciados pela mídia:

“Brasil é reprovado, de novo, em matemática e leitura” [Gois e Pinho, 2007];

“Falta trabalhador qualificado para uma a cada quatro vagas com carteira assinada abertas pela indústria em 2007, concluiu pesquisa divulgada ontem pelo Ipea (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada)” [Salomon, 2007], e

“Qualificação não é necessariamente alta escolaridade”, disse Marcio Pochmann, presidente do Ipea [Salomon, 2007].

Com o propósito de promover uma cidadania mais plena, a qual possibilite ao indivíduo autonomia na resolução de problemas e sua satisfação quanto à busca e análise de informações, mudanças na formação dos cidadãos são evidenciadas em documentos oficiais e em artigos científicos.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN) são preconizadas novas atitudes, imperiosas a uma formação para a vida: “(...) Saber se

informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir (...) adquirir uma atitude de permanente aprendizado” [PCNEM Brasil, 1999].

De maneira semelhante aos PCN, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) através da Declaração Mundial Sobre Educação para Todos [UNESCO, 1990], recomenda a satisfação das necessidades básicas de aprendizagem (por exemplo, leitura, expressão oral, conhecimentos, habilidades, valores e atitudes), necessários para que os seres humanos possam desenvolver plenamente suas potencialidades, tomar decisões fundamentadas e continuar aprendendo.

Necessidades de mudança na formação dos egressos no ensino superior estão relacionadas ao estímulo de novas atitudes e competências na formação desses estudantes. De maneira geral, o termo *competência* pode ser entendido por um conjunto de habilidades, as quais podem ser interpretadas como competências específicas. Por exemplo, a competência *comunicação* requer o domínio de linguagens específicas (habilidades) [PCNEM Brasil, 1999]. O Ministério da Educação através das Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação [BRASIL, Conselho Nacional de Educação – Câmara de Ensino Superior (2001)] recomenda o estímulo ao desenvolvimento das habilidades já mencionadas, visando garantir uma sólida formação básica, preparando o futuro graduado a enfrentar os desafios das rápidas transformações da sociedade, do mercado de trabalho e das condições de exercício profissional. A ênfase destas indicações é, portanto, desenvolver no estudante a competência do desenvolvimento intelectual e profissional, autônomos e permanentes, e assim preparar os formados pelas instituições de ensino superior para a sociedade atual. Segundo as diretrizes curriculares para o curso superior de Química [BRASIL, Conselho Nacional de Educação – Câmara de Ensino Superior

(2001)], o estudante deve, por exemplo, ser estimulado a buscar o conhecimento por si só, possuir capacidade crítica para analisar de maneira conveniente os seus próprios conhecimentos e os novos conhecimentos científicos e/ou tecnológicos, participar de forma integral em projetos de pesquisa, ou seja, saber como elaborar um projeto, identificar e fazer busca nas fontes de informações relevantes, compreender e interpretar os textos científico-tecnológicos, comunicar corretamente os resultados de pesquisa na linguagem científica, oral e escrita (textos, relatórios, pareceres, pôsteres).

Organizações internacionais apresentam recomendações relacionadas à adequação de currículos frente às novas necessidades da sociedade, por exemplo,

... ajudar os estudantes a adquirir conhecimento, habilidades, atitudes e valores [UNESCO, 1998].

Instituições de ensino superior devem educar seus alunos para (...) pensar criticamente, analisar problemas da sociedade, procurar soluções para os problemas da sociedade (...) e aceitar responsabilidades sociais [UNESCO, 1998].

... reorganizar os currículos, incluindo o desenvolvimento de habilidades, competências, análise crítica e capacidade de trabalho em equipe [UNESCO, 2000].

... incluir capacitação para pensar, raciocinar, trabalhar em equipe, e proficiência no uso da tecnologia [CEO, 2001].

Na Constituição brasileira de 1988, art.205, é encontrado: “A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”.

Artigo publicado na Science [Handelsman *et al*, 2004], relacionado ao estímulo de novas atitudes e competências na formação dos estudantes, traz sugestões de mudanças quanto às metodologias de ensino. Ressalta que a educação em ciências esteja fundada num “ensino científico”, o qual envolve estratégias de aprendizagem ativas e se dê de acordo com o descobrimento científico, ou seja, num processo exploratório.

De maneira não formalizada o mercado de trabalho brasileiro também faz sugestões à formação profissional dos cidadãos. Estas sugestões, contempladas nas citações anteriores, remetem a um indivíduo que deve ser preparado a mobilizar suas qualificações para geração de novos conhecimentos e o silêncio e a fragmentação de tarefas dão lugar à comunicação e à interatividade, identificando-se, assim, um novo patamar de qualificação [Arruda, 2000]. Internacionalmente são observadas necessidades similares [CEO FORUM, 2001]. Kuender (2001) ratifica que o desenvolvimento científico e tecnológico tem provocado mudanças nas necessidades de formação profissional, onde a crescente complexidade tecnológica exige o desenvolvimento de competências e habilidades, por exemplo, a capacidade de síntese, resolução de problemas, rapidez na atuação, trabalho em equipe, flexibilidade e capacidade de auto-aprendizagem. Pozo avalia a atual necessidade de formação permanente e reciclagem profissional como consequência de um mercado de trabalho complexo, mutável e imprevisível, associado a um acelerado ritmo de mudança tecnológica que nos exigem aperfeiçoamento constante ao longo da vida [Luzzi, 2007].

Uma forma de atender a essas necessidades, estimulando uma formação mais plena do cidadão, é aproximar os estudantes de graduação de maneira sistemática das formas de fazer e divulgar Ciência, independente de sua futura carreira

profissional. Isso porque na atividade científica são necessárias a busca, a análise e a relação de informações para a resolução de um problema. Como essa capacidade de julgamento (senso crítico), a busca e a análise lógica de informações, o trabalho em equipe e a constante criação de hipóteses e ou modelos explicativos não estão restritos à pesquisa, mas necessárias em todos os segmentos da sociedade, a aproximação dos alunos à Ciência é justificada.

1.1 Iniciativas em ensino de ciências

A importância da ciência na formação dos cidadãos não é novidade. A ciência foi incorporada ao currículo escolar na Europa e nos Estados Unidos no século XIX [Santos, 2009]. Objetivou-se, com isso, a formação acelerada de cientistas. No Brasil, no entanto, a incorporação da ciência ao currículo escolar somente se deu no século XX. Ela foi marcada por um processo de atualização curricular, com o uso de *kits* de experimentos na década de 1950, e tradução de projetos americanos. Na década de 1960 houve a criação de centros de ensino de ciências, o que possibilitou a produção de materiais por educadores brasileiros. Desde então, teve início a pesquisa na área de educação em ciências no Brasil, a qual vem se consolidando, de forma que hoje se conta com uma comunidade científica atuante em mais de 30 programas de pós-graduação em ensino de ciências, com a realização regular de congressos científicos específicos nessa área e com a publicação de periódicos acadêmicos sobre a temática (Revista Química Nova na Escola, Revista de Ensino de Ciências, *Journal of Chemical Education*, *International Journal of Science*

Education, etc.), tendo sido produzidas cerca de 1.100 dissertações de mestrado e teses de doutorado entre 1972 e 2003 [Santos, 2009].

O agravamento de problemas ambientais emergido no final da década de 1960 e a preocupação entre os educadores em ciências com aspectos sociais relacionados ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico experimentado, culminaram, no final da década de 1970, no surgimento de propostas curriculares para a educação básica com ênfase nas inter-relações ciência-tecnologia-sociedade (CTS). No Brasil essa denominação surgiu a partir da década de 1990, por exemplo, através dos PCN's [Santos, 2009].

A grande maioria dos artigos de CTS tem como objetivo a formação de cidadãos críticos que possam tomar decisões relevantes na sociedade relativas a aspectos científicos e tecnológicos [Schnetzler e Santos, 2003]. Dessa forma, é possível identificar uma mudança nos objetivos com a educação científica. Quando inicialmente inserida nos currículos escolares, poderia se identificar um ensino para a ciência, no qual se formam especialistas. E, em seguida, o ensino através da ciência, no qual se enquadra o ensino de CTS, visa à preparação à cidadania.

Em recente revisão na literatura (Chang *et al*, 2009), nove categorias de pesquisas em educação científica foram determinadas a partir de 1401 artigos publicados entre 1990 e 2007 em quatro dos maiores jornais de pesquisa em educação científica: *International Journal of Science Education* (IJSE), *Journal of Research in Science Teaching* (JRST), *Research in Science Education* (RISE) e *Science Education* (SE), (tabela 1).

Tabela 1: Categorias de pesquisas em educação científica e número de publicações da respectiva categoria em cada um dos jornais.

Tópicos		IJSE	SE	JRST	RISE
1. Concepções científicas Exemplos de investigações nesse tópico: concepções alternativas (misunderstanding), jogos, equilíbrio químico, fotossíntese e energia.		40	9	39	0
2. Práticas instrucionais Exemplos de investigações nesse tópico: Práticas de ensino de ciências.		23	31	31	5
3. Mudança conceitual e Mapas conceituais Exemplos de investigações nesse tópico: Mapa conceitual: validade, técnica, utilidade. Concepções e mudanças conceituais.		222	130	181	20
4. Desenvolvimento profissional Exemplos de investigações nesse tópico: letramento científico, professores de ciências e linguagem e escrita científica.		35	40	57	17
5. Mudança conceitual e analogias Exemplos de investigações nesse tópico: Modelos mentais, conceitos psicológicos e analogias.		81	20	46	0
6. Natureza da ciência e publicações sócio-científicas Exemplos de investigações nesse tópico: evidência, natureza da ciência, história e letramento.		78	62	43	8
7. Habilidades de raciocínio e resolução de problemas Exemplos de investigações nesse tópico: razão, habilidades, competências e solução de problemas.		25	8	47	0
8. Planejamento e educação urbana Exemplos de investigações nesse tópico: Planejamento, investigação científica, internet, revisão por iguais.		3	13	18	5
9. Atitude e gênero Exemplos de investigações nesse tópico: Atitude em relação à ciência, interesse, adolescentes, gênero, etnia, raça.		17	13	34	0
Total de documentos	(n)	524	326	496	55
	(%)	37%	23%	35%	4%

Duas campanhas nacionais, desenvolvidas e aplicadas com sucesso nos EUA, almejavam aproximar o público em geral da ciência (Scotchmoor *et al*, 2009). Uma delas, denominada *Coalition on the Public Understanding of Science* (COPUS), objetivou engajar o público com a ciência, aumentar seu entendimento e interesse pela ciência e diminuir eventual barreira entre estes e a comunidade científica. COPUS englobou universidades, sociedades científicas, centros de pesquisa, museus, agências governamentais, grupos de defesa, escolas, organizações educacionais e empresas. Além das atividades tradicionais, foram utilizados festivais de ciência, dias de laboratórios abertos e a apresentação de pôsteres por graduandos a alunos do ensino médio, os quais poderiam questionar os trabalhos apresentados. O outro projeto, denominado *The Understanding Science*, ocorreu via internet (com livre acesso) e objetivou melhorar o entendimento dos professores e estudantes sobre a natureza e o processo da ciência. Seu *síte* foi composto por três áreas para trabalho/pesquisa: (1) informações sobre a natureza e processo da ciência, (2) recurso de biblioteca e (3) recurso para ensino - ferramentas para ajudar os professores na incorporação da natureza e do processo da ciência em suas aulas.

O governo brasileiro também demonstra grande interesse no desenvolvimento da educação científica e a popularização da ciência e tecnologia no país (Moreira, 2009). Suas ações, planejadas entre entidades científicas (como a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - SBPC) e o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), envolvem:

1. Apoio a centros e museus de ciência; congressos e reuniões científicos; feiras de ciências (FEBRACE, etc.); eventos de interação entre ciência, arte e cultura; olimpíadas de ciência (Números: em 2005 participaram 10,5 milhões de estudantes; em 2006: 14 milhões de estudantes e em 2007: 17,3 milhões); planetários; bibliotecas e exposições científicas;

2. Programa Ciência Móvel.

3. Qualificação e melhoria das condições de trabalho para o professor;

4. Consolidação da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia; e

5. Cooperação com governos e organismos internacionais [MercoSul, RedPop, UNESCO, OEA, Ciência Viva (Portugal), Cyted e EUSCEA]

Programa Ciência
Móvel, SP-SP.

No entanto, não são muitas as experiências relatadas na literatura sobre a inclusão de disciplinas formais dedicadas a introduzir os princípios da Ciência a alunos de graduação. Um exemplo a destacar é o trabalho de Tang e Gan (2005). Estes autores desenvolveram um curso de pesquisa científica destinado a alunos dos últimos anos de graduação que tinham por objetivo continuar na academia. O propósito foi familiarizar os alunos com a publicação científica e estimular a capacidade de síntese, crítica e escrita de um projeto de pesquisa. Em outra iniciativa [Bender *et al*, 1994], é sugerida a maximização do acesso de alunos de graduação a laboratórios de pesquisa.

1.2 Definições de ciência

O termo *ciência* pode assumir diferentes significados, dependendo do contexto. No dicionário Houaiss [Houaiss e Villar, 2001], a palavra *ciência* está relacionada ao conhecimento atento e aprofundado de alguma coisa; processo racional usado pelo homem para se relacionar com a natureza e assim obter resultados que lhe sejam úteis; conhecimento que, em constante interrogação de seu método, suas origens e seus fins, procura obedecer a princípios válidos e rigorosos, almejando coerência interna e sistematicidade. Scotchmoor et al (2009) definem ciência tanto como processo quanto por conjunto de conhecimentos obtidos por esse processo. Novak (1990) coloca a ciência não como um conjunto de informações a ser dominado, mas um método para a construção de novos conhecimentos. Essa concepção é compartilhada no trabalho de Oliveira et al (2000), onde a Ciência é associada à metodologia (observar, experimentar, entender, explicar, prever). Além disso, Hodson (2003) afirma que a ciência é produto de seu tempo e espaço e está intrinsecamente ligada à situação sociocultural e profundamente influenciada por seu método de geração e validação. Kovác (2006) apresenta a ciência como parte da cultura humana e diz que ignorar isso seria um equívoco.

1.3 Ciência e Educação Científica

Diferentes produtos evidenciam o emprego da metodologia científica pelo homem, entretanto não é possível estabelecer uma linha divisória nítida entre períodos anterior e posterior a essa utilização (Russell, 1949). Devido ao acentuado

desenvolvimento e utilização da Ciência, nos últimos tempos houve modificações cotidianas (criação de novas formas de comunicação, de produtos químicos sintéticos, etc.) jamais vistas [Oliveria *et al*, 2000 e Russell, 1949]. Esse desenvolvimento científico e tecnológico possibilitou um aumento na qualidade e na expectativa de vida nas sociedades industrializadas [Santos, 2006]. Qualidade de vida é vista emocionalmente, em termos de bem estar e saúde [Schnetzler e Santos, 2003].

Em algumas áreas do conhecimento o objeto de estudo pode ser manipulado e/ou “desmontado” em bancadas de laboratório. Entretanto, em outras áreas ele pode estar a milhões de quilômetros de distância. Algumas das áreas científicas são derivadas de resultados experimentais enquanto outras são em modelos teóricos. Dessa forma, as ferramentas e os métodos utilizados numa investigação podem ser tão únicos quanto é o campo estudado [Meier, 2004].

Aprender ciência, então, não corresponde somente à ampliação do conhecimento sobre os fenômenos da natureza, mas na introdução de uma nova forma de pensar sobre o mundo e como interpretá-lo. Assim, os objetivos da ciência não são os fenômenos da natureza, mas as construções desenvolvidas pela comunidade científica [Mortimer *et al*, 1999]. Em virtude do atual desenvolvimento da sociedade (tecnológica, digital e global), configurada como uma sociedade profundamente dinâmica e comunicativa, com novas linguagens, novos códigos, novas condutas, novos costumes e novos valores [Luzzi, 2007], alfabetizar, portanto, os cidadãos em ciência e tecnologia é hoje uma necessidade do mundo contemporâneo [Schnetzler e Santos, 2003].

A educação em ciências algumas vezes aparece denominada por *letramento científico* [Santos, 2006 e Paula e Lima, 2007]. O termo *letramento* começou a ser

utilizado no Brasil na década de 80 para designar a condição do indivíduo que não apenas conhece a leitura e a escrita, mas é capaz de fazer uso do ler e do escrever para responder às exigências de leitura e de escrita que a sociedade faz. Posteriormente, passou a corresponder, também, ao termo inglês *literacy*, que indica a posse de competências e conhecimentos avançados em determinado domínio [INEP, 2006].

É interessante destacar que o letramento vai além da alfabetização, caracterizada por seu sentido mais restritivo (ação de ensinar a ler e escrever), e relaciona-se ao estado ou condição de quem não apenas reconhece a linguagem científica e entende alguns de seus princípios básicos, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam o conhecimento científico e tecnológico [Santos, 2006 e Paula e Lima, 2007]. Fourez (1997) é bastante claro em sua definição sobre o termo *letrado*:

“as pessoas poderiam ser consideradas científica e tecnologicamente letradas quando seus conhecimentos e habilidades dão a elas um certo grau de autonomia (a habilidade de ajustar suas decisões às restrições naturais ou sociais), uma certa habilidade de se comunicar (selecionar um modo de expressão apropriado) e um certo grau de controle e responsabilidade em negociar com problemas específicos (técnico, mas também emocional, social, ético e cultural)”.

Apesar disso, em uma revisão, Norris e Phillips (2003) identificaram outros significados para essa educação: a) conhecimento do conteúdo científico e habilidade em distinguir ciência de não-ciência; b) compreensão da ciência e de suas aplicações; c) conhecimento do que vem a ser ciência; d) independência no

aprendizado de ciência; e) habilidade para pensar cientificamente; f) habilidade de usar conhecimento científico na solução de problemas; g) conhecimento necessário para participação inteligente em questões sociais relativas à ciência; h) compreensão da natureza da ciência, incluindo as suas relações com a cultura; i) apreciação do conforto da ciência, incluindo apreciação e curiosidade por ela; j) conhecimento dos riscos e benefícios da ciência; ou k) habilidade para pensar criticamente sobre ciência e negociar com especialistas [Santos, 2007].

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) no Brasil intitulou a educação científica como cultura científica [Santos, 2007].

Mais recentemente, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (em inglês, OECD), responsável pelo Programa Internacional de Avaliação dos Alunos (PISA), propôs que uma pessoa letrada cientificamente está habilitada a combinar conhecimento científico com a habilidade de criar conclusões baseadas em evidências, auxiliando no entendimento e tomada de decisões sobre o mundo natural e as mudanças nele produzidas através da atividade humana. O PISA é um programa internacional de avaliação comparada, cuja principal finalidade é produzir indicadores sobre a efetividade dos sistemas educacionais, avaliando o desempenho de alunos na faixa dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países [INEP, 2009]. No quadro 1 é apresentado um esquema que relaciona os componentes dessa avaliação: conhecimento, contexto, competência e atitude (Ratcliffe e Millar, 2009).

Quadro 1: Esquema envolvendo os componentes da avaliação PISA.

Em 2003, o Brasil figurou em 40º lugar entre 41 países no teste de Ciências e Matemática deste programa [Fernandez e Baldinato, 2008]. Em 2006, o Brasil figurou em 52º lugar no teste de Ciências e em 53º lugar em matemática (entre 57 países) e 48º lugar, entre 56, em leitura [Gois e Pinho, 2007]. Esse desempenho nas provas foi reflexo do baixo nível de aprendizado demonstrado pela maioria dos estudantes brasileiros nas disciplinas avaliadas. Em ciências, 61% deles tiveram desempenho que os situava no máximo no nível um, numa escala de zero a seis. Isso significa que seu conhecimento científico é limitado e aplicado somente a poucas situações familiares [Gois e Pinho, 2007].

Em vista do que foi explorado anteriormente, o letramento científico é essencial a uma participação mais plena de um indivíduo na sociedade e é tema da educação científica [Bybee, 2008]. Não se espera, entretanto, através do letramento científico, formar indivíduos que sempre tomarão decisões mais sábias do que aqueles que não o experimentaram, mas explorar um caminho capaz de estimular a busca e análise crítica de informações na resolução de um problema.

A educação científica vem sendo defendida por diferentes atores sociais. Educadores em ciência buscam avaliar a aprendizagem em ciências; comunicadores da ciência estão interessados na divulgação científica em sistemas não-formais; economistas na relação entre desenvolvimento econômico, decorrente do maior consumo da população por bens tecnológicos mais sofisticados que requerem conhecimentos especializados (como o uso da informática), e nível de letramento da população, medidos pelo nível de escolarização. Assim, cada ator social pode justificar a necessidade do letramento científico com argumentos diferentes [Santos, 2007 e Schnetzler e Santos, 2003].

Cinco categorias de argumentos podem ser exemplificadas: 1) *argumento econômico*, que conecta o nível de conhecimento público da ciência com o desenvolvimento econômico do país; 2) *utilitário*, que justifica o letramento por razões práticas e úteis; 3) *democrático*, que ajuda os cidadãos a participar das discussões, do debate e da tomada de decisão sobre questões científicas; 4) *social*, que vincula a ciência à cultura, fazendo com que as pessoas fiquem mais simpáticas à ciência e à tecnologia; e 5) *cultural*, que tem como meta fornecer aos alunos o conhecimento científico como produto cultural [Schnetzler e Santos, 2003].

Todos esses argumentos, de alguma forma, podem estar presentes no currículo escolar e constituem fatores de influência no seu planejamento. Assim, se a prioridade da alfabetização for melhorar o campo de conhecimento científico, preparando novos cientistas, o enfoque curricular será centrado em conceitos científicos; se o objetivo for voltado para a formação da cidadania, o enfoque englobará a função social e o desenvolvimento de atitudes e valores [Santos, 2007].

Dessa forma, o letramento é um estímulo à preparação do cidadão para que seja capaz de fazer julgamentos críticos e políticos [Santos (2006), Santos e Mortimer (2000) e Korpan *et al* (1999)].

1.4 Definições de cidadania

No dicionário Houaiss [Houaiss e Villar, 2001], o termo *cidadania* corresponde à qualidade ou condição de cidadão; condição ou dignidade de quem recebe o título honorífico de cidadão; condição de pessoa que, como membro de um Estado, se acha no gozo de direitos que lhe permitem participar da vida política. Já o termo *cidadão* significa habitante da cidade; indivíduo que, como membro de um Estado, usufrui de direitos civis e políticos garantidos pelo mesmo Estado e desempenha os deveres que, nesta condição, lhe são atribuídos; aquele que goza de direitos constitucionais e respeita as liberdades democráticas; na Grécia antiga, indivíduo que desfrutava de direito de participar da vida política da cidade, o que era vedado à mulher, ao estrangeiro e ao escravo. Aristóteles apresentou o conceito de *cidadania* associado à participação, considerando-a como processo e desenvolvida pelo indivíduo, de forma que não pudesse ser transmitida nem concedida [Schnetzler e Santos, 2003].

De modo geral, a cidadania envolve uma participação responsável dos cidadãos de um Estado. Dessa forma, sua conceituação também leva engloba *direitos* e *deveres*. Os direitos são garantidos pelo Estado constitucional e fundamentados nos direitos humanos, baseados em princípios éticos universais. Os deveres se relacionam ao compromisso comunitário de cooperação e co-responsabilidade. O

princípio da igualdade é outro fundamento básico dos direitos do cidadão, implicando na existência do Estado de direito, o qual é inerente às democracias. Embora existam diferentes concepções em torno do conceito de democracia, todas incluem a participação como um elemento comum [Schnetzler e Santos, 2003].

Segundo Schnetzler e Santos (2003), mesmo dentro da cultura do “jeitinho” brasileiro, uma educação que auxilie o aluno a discernir e refletir sobre os valores que lhes são significativos e assumidos por ele possibilita o desenvolvimento do princípio da busca do coletivo. Para alcançar esse objetivo, é fundamental o desenvolvimento da capacidade de julgamento, a qual pode ser encorajada por meio de espaços em sala de aula no qual haja a livre expressão dos alunos, e suas respostas sejam valorizadas e respeitadas.

Dessa forma, educar para a cidadania é preparar o indivíduo para participar em uma sociedade democrática, por meio da garantia de seus direitos e do compromisso de seus deveres. E essa preparação pode ser estimulada pela educação formal e pela família.

1.5 Referencial teórico

Com o propósito de aproximar os estudantes de graduação de maneira sistemática das formas de fazer e divulgar Ciência, independente de sua futura carreira profissional, foram criadas duas disciplinas optativas (descritas no item 3.1 dos Procedimentos). Nelas foram usados os princípios sócio-construtivistas desenvolvidos por Vygotsky.

De acordo com a concepção construtivista, a mente do aluno não é uma página em branco. Os alunos trazem consigo conhecimentos prévios, habilidades, competências e capacidades cognitiva, motora, de equilíbrio pessoal e de relação interpessoal, entre outros. Esses fatores são fundamentais para a aprendizagem, uma vez que o aluno não aprende apesar de seus conhecimentos prévios, mas por meio deles. Aprender pressupõe atribuir sentido e construir significados implicados no novo conhecimento. E a aprendizagem será mais significativa quanto mais relações com sentido o aluno for capaz de estabelecer entre o que já conhece e o novo conteúdo que lhe é apresentado. Além disso, o ensino é tido como um processo de construção compartilhada de significados orientados para a autonomia do aluno [Coll *et al*, 2004]. O termo *construtivismo social* ou *sócio-construtivismo* é utilizado para descrever a construção do conhecimento pelo sujeito em interação com o seu meio social [Laburú e Arruda, 2002].

Segundo Vygotsky, o ser humano cresce num ambiente social e as interações com outras pessoas são essenciais ao seu desenvolvimento. O aprendizado é um processo pelo qual o indivíduo adquire informações, valores, habilidades, informações e atitudes a partir de seu contato com a realidade, o meio ambiente, as outras pessoas. É um processo que se diferencia das capacidades inatas (capacidade de digestão, por exemplo) e dos processos de maturação do organismo, independentes da informação do ambiente. Com relação à atividade escolar, Vygotsky destaca que a interação entre os alunos também provoca intervenções nos seus desenvolvimentos. Os grupos de alunos são sempre heterogêneos quanto ao conhecimento já adquirido e, um aluno mais avançado em determinado assunto, pode contribuir para o desenvolvimento dos outros. Essa posição explícita de Vygotsky, sobre a importância da intervenção do professor e

dos próprios alunos no desenvolvimento de cada indivíduo envolvido na situação escolar, sugere uma re colocação da questão de quais são as modalidades de interação que podem ser consideradas legítimas promotoras de aprendizado na escola [Oliveira, 1995].

Naturalmente, a abordagem sócio-construtivista de Vygostsky alinha-se com as estratégias de Aprendizado Colaborativo, em que o conhecimento não é absoluto, mas construído a partir do conhecimento prévio e da visão de mundo de cada indivíduo. Muitas das atividades desenvolvidas em pequenos grupos caracterizam-se como Aprendizado Colaborativo. Esta forma de aprendizado é definida como um método de ensino no qual alunos de diferentes níveis de conhecimento trabalham juntos em torno de um objetivo comum. Os alunos são responsáveis pelo aprendizado dos outros, além do seu próprio aprendizado. Educadores [Gokhale (1995), Wood (1988), Dennick e Exley (1998), Fewson (1979) e Wood e Gentile (2003)] que aplicam o Aprendizado Colaborativo afirmam que a troca ativa de idéias em pequenos grupos não só aumenta o interesse entre os participantes, mas também promove o seu desenvolvimento crítico. Estudos da psicologia do aprendizado do adulto têm sugerido que estes são mais motivados a aprender quando participam ativamente na incorporação do conhecimento, utilizam experiências prévias e quando o foco desta aprendizagem pode ser aplicado em situações reais [Vargas, 2001].

1.6 Educação à Distância

A UNESCO ressalta a importância da Educação à Distância (EAD) como uma força apta a contribuir ao desenvolvimento social e econômico [Luzzi, 2007].

A Educação a Distância é a modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorre com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com estudantes e professores desenvolvendo atividades educativas em lugares ou tempos diversos [Brasil, Casa Civil, Decreto 5622, 2005].

Inicialmente foi utilizada em “cursos por correspondência” [Ural, 2007], mas com o desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e o barateamento dos equipamentos de informática tornou-se uma atraente estratégia de ensino via internet [MEC e SEED, 2007]. O emprego da EAD vem crescendo no Brasil e no mundo, possibilitando novas oportunidades de trabalho e facilitando o acesso ao conhecimento independentemente da distância. Esse avanço tem possibilitado a realização de trabalhos cooperativos entre alunos, professores e instituições [MEC (2002); Passerini e Granger (2000)]. No Brasil, houve um aumento extraordinário na oferta de cursos à distância e no número de matrículas nos últimos anos. Passou-se de 13 cursos superiores em 2000, com 1758 alunos matriculados, para 1752 cursos de graduação e pós-graduação lato sensu com 786718 alunos matriculados em 2008, segundo a Associação Brasileira de Educação a Distância (Abed) [Martins e Moço, 2009]. Além disso, as experiências fora do âmbito acadêmico, por exemplo, através da Fundação Roberto Marinho, entre outras, geram um número de alunos ainda maior (em 2005, eram 1.278.022) [Luzzi, 2007].

A escolha de um aluno por um curso à distância pode ocorrer por diferentes razões. Por conciliar o horário do trabalho com o das aulas ou para aqueles que vivem em regiões isoladas [Ural, 2007]. Outros se matriculam num curso à distância por acreditar que esta modalidade seja mais fácil [MEC e SEED, 2007]. Entretanto, um curso à distância, assim como um curso presencial, exige perseverança, responsabilidade, autonomia, capacidade de organizar o próprio tempo, domínio de leitura, interpretação e, eventualmente, de tecnologia [MEC e SEED, 2007; Sahin, 2008].

“É possível estudar quando quiser” é uma das frases mais usadas por instituições de má qualidade para atrair alunos. No entanto, num bom programa a distância, definitivamente não se estuda apenas quando se quer. Para participar das discussões *online* sobre os conteúdos, em horários fixos ou previamente marcados pelos tutores, é necessário traçar uma rotina que inclua a realização de leituras e atividades obrigatórias [Costa, 2007].

O alcance do sucesso em cursos à distância mostra-se dependente de diversos fatores, por exemplo, uma boa conexão à rede, a qual possibilitará plena e rápida troca de informações. O encontro presencial no início do processo também se mostra muito importante para que os alunos conheçam professores, técnicos de apoio e seus próprios colegas, facilitando, assim, contatos futuros à distância [MEC e SEED, 2007]. Yu e Yang sugerem que alunos com menor possibilidade de acesso a informações respondem melhor a cursos à distância [Yu e Yang, 2006]. A atitude, a experiência, a cognição e o estilo de aprendizagem do aluno são outros indicadores importantes que contribuem ao aprendizado [Sahin, 2008 e Yu e Yang, 2006]. Além disso, é importante disponibilizar ao aluno um guia que traga informações sobre o curso e o oriente quanto às normas e formas de interação e

acompanhamento [MEC e SEED, 2007]. O professor também precisa estar atento ao foco da aula, otimizando a utilização do tempo e evitando a dispersão via conversas paralelas ou fuga do tema [Costa, 2007].

2. Objetivos

2. Objetivos

Em razão das considerações anteriores, o objetivo deste trabalho foi envolver precocemente os alunos de graduação com a metodologia científica e aspectos norteadores dessa atividade. Aproximá-los de maneira sistemática das formas de fazer, financiar e divulgar Ciência, independente de sua futura carreira profissional. Discutir fundamentos da atividade científica, como concepções diferentes de ciência, a lógica indutiva e dedutiva. Abordar também aspectos operacionais como sistemas de buscas de informações científicas, agências de fomento, normas para apresentação de projetos e de redação de artigos; periódicos e sua importância, índice de impacto, índice de citação. Orientar os estudantes na redação de projetos e artigos científicos.

2.1 Objetivos Específicos

1. Estimular o senso crítico nos alunos de graduação quanto à análise de informações e resultados;
2. Estimular o trabalho em equipe e a capacidade de argumentação;
3. Familiarizar o aluno com a metodologia científica;
4. Familiarizar os alunos com possíveis concepções de Ciência;
5. Desenvolver os conhecimentos básicos e necessários à escrita de Projetos de Pesquisa;
6. Familiarizar o aluno com as publicações científicas e suas normas;
7. Propor estratégias de ensino adequadas aos conteúdos programados e aos objetivos pretendidos;
8. Criar, planejar, aplicar e avaliar as disciplinas, presenciais e à distância, oferecidas.

3. Procedimientos

3. Procedimentos

3.1 Criação das disciplinas

Com o propósito de atender aos objetivos citados anteriormente, foi criada no Departamento de Bioquímica do Instituto de Química da Universidade de São Paulo uma disciplina optativa semestral (60h) chamada *Introdução à Ciência (QBQ2006)*. Para sua implementação foi criado um material a ser utilizado como guia (Apêndice A). Essa disciplina foi oferecida aos alunos da Universidade de São Paulo, em cujos cursos de origem houvesse pelo menos uma disciplina de Bioquímica na grade curricular.

Aproveitando os recursos providos pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e a experiência conquistada com o primeiro oferecimento da disciplina QBQ2006, foi criada, adaptada dessa, outra disciplina optativa semestral (60h), de mesmo nome, na modalidade à distância (*IC01 – Introdução à Ciência*). Esta foi oferecida aos alunos dos cursos de Nutrição, Biomedicina e Medicina da Fundação Faculdade Federal de Ciências Médicas de Porto Alegre (FFFCMPA) atual Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA).

Em todos os oferecimentos de ambas as disciplinas *Introdução à Ciência* os alunos foram informados de que a mesma estava inserida em um projeto de pesquisa e as informações nelas coletadas seriam utilizadas nesse projeto.

3.2 Divulgação, inscrição e matrícula no curso

A divulgação de todas as disciplinas foi mediada por cartazes (apêndice B) expostos nas unidades de origem dos alunos que compunham o público-alvo, alguns dias antes e durante o período de matrícula, e a partir dos próprios alunos que a cursaram.

A inscrição e matrícula dos alunos no curso foram mediadas entre as secretarias na modalidade presencial, como também pelo Sistema Júpiter de Graduação da USP. Na modalidade à distância, a inscrição e matrícula dos alunos na disciplina ficaram sob responsabilidade da secretaria e sob o acompanhamento da prof. Dra. Ana Maria Ponzio Azevedo, ambas da UFCSPA.

3.3 Critério de aprovação dos alunos nas disciplinas

A média final de cada aluno foi obtida a partir da média aritmética das notas obtidas em cada atividade extraclasse (descritas no item 3.7.1, a seguir).

3.4 Número de oferecimentos das disciplinas

A disciplina presencial (QBQ2006) foi oferecida do 2º semestre de 2005 ao 1º semestre de 2007, totalizando quatro oferecimentos. A disciplina na modalidade à distância (IC01) foi oferecida do 1º semestre de 2006 ao 1º semestre de 2007,

totalizando três oferecimentos. Foram incorporados aprimoramentos em cada versão sucessiva em ambas as modalidades de ensino.

3.5 Estruturação das disciplinas

Ambas as disciplinas foram planejadas e aplicadas em dois módulos. O primeiro módulo, denominado *Introdução aos Artigos Científicos*, consistiu em uma análise sistemática e progressiva de artigos científicos de relevância para áreas ligadas à Bioquímica. Foi iniciado com a diferenciação entre conhecimento popular (senso comum) e conhecimento científico. Em seguida, foram abordadas diferentes concepções de Ciência, as formas de obtenção do conhecimento científico (metodologia científica) e sua divulgação, princípios de lógica, indução e dedução, e referagem (análise crítica de artigos científicos). O segundo módulo, denominado *Projetos de Pesquisa*, teve por principal objetivo a elaboração de projetos de pesquisa em nível de iniciação científica, abordando um problema de interesse dos alunos. Foi iniciado com a escolha de um problema a ser investigado experimentalmente. Em seguida, foram explorados revisão bibliográfica, materiais e métodos, a apresentação oral dos projetos, agências de fomento e a análise de resultados obtidos (fictícios) no projeto submetido. Esta última atividade simulou a escrita de um artigo científico, através da divulgação dos resultados obtidos no projeto escrito. Cada um destes tópicos, componentes dos dois módulos, estão descritos a seguir (item 3.7.1, a seguir).

Com isso, esperou-se que ao final da realização das atividades desses dois módulos os alunos estivessem capazes de identificar e compreender trabalhos

científicos e formular projetos científicos de pesquisa em temas relevantes para sua profissão.

3.6 Dinâmicas de trabalho empregadas

3.6.1 Disciplina presencial

O tempo das aulas da disciplina presencial foi dividido em duas partes: (1) *Período de Estudo* e (2) *Discussão em Grupo*. No *período de estudo*, ocorrido na primeira metade da aula, os alunos, organizados em grupos de aproximadamente quatro componentes, trabalhavam os conteúdos do dia e eram assessorados pelos professores em caso de dúvidas. O auxílio do professor não consistia no fornecimento de respostas a cada uma das atividades, mas numa discussão que permitisse ao grupo de alunos concluir por si próprio, mesmo sem a necessidade de concordância com a opinião do professor. Ou seja, discutiam-se e/ou estabeleciam-se critérios de análise.

No período de discussão, ocorrido na segunda metade da aula, os alunos e professores eram dispostos em um único círculo e discutiam-se os exercícios trabalhados no período de estudo. Esse ambiente possibilitou o apontamento e exploração de novos problemas e representou mais uma oportunidade para que os alunos se expressassem e/ou resolvessem as dúvidas dos colegas. Essa oportunidade, conseqüentemente, estimulou o desenvolvimento do senso crítico, do trabalho em equipe e da capacidade de argumentação.

Essas estratégias utilizadas não prevêm, portanto, respostas finais do professor, mas que os alunos passem a analisar as suas próprias respostas, estimulando-se a independência de uma “autoridade” transmissora de informações corretas e que corrige eventuais enganos dos alunos.

Foi utilizado um cronograma no qual cada aula era numerada, por exemplo, “Aula 1”, e trabalhava-se, no dia da respectiva aula, um assunto específico (apêndice A, p.163).

Quando necessário complementar ou aprimorar os conceitos trabalhados em sala, leituras e atividades complementares (denominadas *atividades extraclasse*) foram utilizadas. Cada atividade extraclasse está descrita na respectiva aula em que foi usada (item 3.7.1). Todas elas foram realizadas em grupo, formado pelos mesmos integrantes daquele vivenciado em sala, e com prazo de entrega de uma semana. Em caso de dúvidas na sua realização, os alunos poderiam pedir auxílio ao professor a qualquer momento. As atividades eram enviadas a cada um dos integrantes do grupo via *e-mail* e foram corrigidas e comentadas pelo professor, dentro de cada grupo de alunos, uma semana após sua entrega.

3.6.2 *Disciplina à distância*

Como não foram produzidas teorias completamente novas que pudessem ser chamadas de teorias de educação à distância, adotam-se teorias de ensino e aprendizagem já desenvolvidas [Laaser, 1997]. Dessa forma, foram usados os princípios sócio-construtivistas desenvolvidos por Vygotsky, assim como na disciplina presencial (havia um *período de estudo* e um *período de discussão*).

Nos dois primeiros oferecimentos da disciplina, nos períodos de estudo, os alunos eram organizados em grupos de três integrantes, aproximadamente, e cada grupo era alocado em um ambiente (“sala”) diferente da plataforma (item 3.6.2.1). Os alunos eram supervisionados pelo professor, e a sua intervenção ocorria semelhantemente àquela vivenciada na modalidade presencial, ou seja, não havia o fornecimento de respostas corretas a cada uma das atividades, mas na proposição de novos problemas que pudessem conflitar eventuais respostas incorretas e, assim, chamar a atenção para um quesito ou nova forma de análise. O período de discussão contava com a participação de todos os alunos em um único ambiente (“*chat*”), onde eram discutidos, mediado pelo professor, os exercícios trabalhados no período de estudo e eventuais dúvidas contextualizadas aos assuntos trabalhados. No terceiro oferecimento da disciplina à distância os alunos se reuniam no ambiente virtual, dentro de sua respectiva “sala” (grupo de trabalho), fora do horário de aula, acessavam o material e resolviam as atividades. Eventuais dúvidas eram postadas no “fórum” (outro ambiente da plataforma) da respectiva aula e respondidas pelo professor oportunamente. Eventualmente foram anexados à plataforma textos complementares (Anexo 1). Assim, o horário da aula era destinado à discussão dos assuntos pretendidos (período de discussão). Essa mudança permitiu uma maior disponibilidade de tempo para a discussão dos assuntos presentes no material.

A disciplina à distância tinha um cronograma definido, porém flexível, no qual o progresso vivenciado nas aulas foi mediado principalmente pelo avanço do grupo na realização das atividades propostas. Isso porque foi admitido que os alunos precisavam ler e fazer as atividades propostas para que pudessem participar efetivamente das discussões.

Nesta modalidade também foram utilizadas atividades extraclasse, as quais eram anexadas à plataforma no formato *pdf* e acessadas pelos alunos através da internet. As atividades eram corrigidas e anexadas na plataforma uma semana após a sua entrega pelo grupo e discutidas, geralmente, no final de cada aula.

3.6.2.1 Escolha do ambiente virtual

A UFCSPA ficou responsável pela escolha e manutenção do ambiente virtual utilizado nas disciplinas na modalidade à distância, sendo utilizada: a plataforma *Claroline* no 1º oferecimento [com apoio do Centro Nacional de Supercomputação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CESUP/UFRGS)], e a plataforma *Moodle* nos demais oferecimentos da disciplina.

Por se tratar de uma disciplina à distância, foi necessário que os participantes tivessem fácil acesso à Internet; condição garantida com a disponibilidade de uso dos computadores do laboratório de informática da UFCSPA pelos alunos.

3.7 Elaboração do material

A elaboração do material partiu de um conjunto de informações obtidas em atividades realizadas nas disciplinas QBQ213, Química de Biomoléculas, e QBQ214, Bioquímica, diurno em 2004 [Bianco, 2007]. Essas atividades constituíram-se da análise de artigos científicos e da elaboração de projetos de pesquisa, ambos em Nutrição, as quais foram utilizadas, principalmente, na construção das atividades extraclases.

Todo o material criado foi composto por tarefas a serem desempenhadas pelos alunos. Textos originais ou adaptados, pequenas citações e exercícios especialmente desenvolvidos o compuseram. Objetivou-se proporcionar uma leitura atraente aos alunos e capaz de servir de guia na exploração dos conhecimentos e habilidades almejados. Artigos científicos também foram utilizados na elaboração do material de aula e das atividades extraclasse. Foram escolhidos artigos científicos que apresentassem resultados baseados em técnicas e/ou procedimentos simples, de forma a se evitar o comprometimento de seu entendimento pelos alunos e conseqüente risco no alcance do sucesso aos objetivos pretendidos na atividade.

Na modalidade à distância foi utilizado um material mais compacto em relação aquele utilizado na disciplina QBQ2006. Por exemplo, formado por menos exercícios em algumas das aulas. Essa adaptação se fez necessária em virtude do período de discussão ter ocorrido pela exclusiva troca de informações por escrito via web, o que requisitava mais tempo a uma comunicação eficaz.

A partir da utilização e da avaliação do material, realizada pelos alunos e professores, foram incorporados aprimoramentos em cada versão sucessiva em ambas as modalidades de ensino.

3.7.1 Descrição dos conteúdos trabalhados

Todos os conteúdos descritos a seguir foram explorados por meio de atividades especificamente criadas e planejadas, as quais poderiam permitir a exploração simultânea de conteúdos e o estímulo a mais de uma habilidade.

Módulo I: Introdução aos Artigos Científicos

Aula 1: Ciência e Senso Comum

Objetivou-se nesta aula diferenciar o conhecimento científico do conhecimento popular (ou de senso comum), analisar a Ciência como uma das possíveis formas de interpretação de mundo e ressaltar a importância da formação científica. Para isso, os alunos leram o texto da aula e responderam aos exercícios, cujos objetivos e sua forma de condução estão listados na tabela 2.

Tabela 2: Objetivo e procedimento utilizado nos exercícios da Aula 1.

Exercício	Objetivo	Procedimento
1	Estabelecimento de critérios para a diferenciação entre afirmações científicas e populares.	Classificar as afirmações propostas como científicas, populares, ambos ou não sei.
2	Apresentação dos critérios utilizados no exercício anterior (1).	Fornecer os critérios utilizados na diferenciação entre o conhecimento científico do popular.
3	Identificação das possíveis fontes de informação científica: experimentação ou literatura científica.	Fornecer alternativas conhecidas para a eventual transformação de afirmações populares em científicas.
4	Identificar a Ciência como uma das possíveis formas de interpretação de mundo e a implicância, pelo seu uso, numa maior interconexão de informações na resolução de um problema.	Avaliar se alguma das formas de interpretação do caso poderia ser imprópria e se há alguma contradição entre elas.
5	Diferenciar o simples uso de informações científicas do comportamento científico (baseado no uso do método científico). Explorar a importância de uma formação científica.	A partir do estudo dos casos, induzir qual deles poderia ser mais guiado pela metodologia científica ou pelo senso comum. Apresentar possíveis consequências do uso desses comportamentos na vida de cada um. Analisar a importância de uma formação científica.

Objetivos específicos (p.38) pretendidos nessa aula:

1. Estímulo ao senso crítico quanto à análise de informações e resultados;
2. Estímulo ao trabalho em equipe e à capacidade de argumentação; e
3. Familiarização com possíveis concepções de Ciência.

Aula 2: Diferentes concepções sobre Ciências

Objetivos específicos (p.38) pretendidos nessa aula:

1. Estímulo ao senso crítico quanto à análise de informações e resultados;
2. Estímulo ao trabalho em equipe e à capacidade de argumentação;
3. Familiarização com a metodologia científica; e
4. Familiarização com possíveis concepções de Ciência.

Objetivou-se nesta aula promover o contato dos alunos com os diferentes significados que o termo *Ciência* pode assumir, destacando-se, sobretudo, aquele vinculado ao método, e as possíveis formas de evolução da Ciência ao longo do tempo. Foram apresentadas concepções de quatro importantes filósofos e, a partir delas, o desenvolvimento da Ciência foi explorado como um processo dinâmico, sujeito a modificações e vinculado a um contexto histórico. O método científico foi explorado como forma de se buscar a imparcialidade.

Essa abordagem conflita com a visão da Ciência, geralmente divulgada, pela mídia e livros didáticos, como uma coleção de acontecimentos acumulativos e imutáveis (uso de termos como “*informações comprovadas*” com sentido de verdades, certezas), descobertos por poucos indivíduos geniais, que trabalham solitariamente em laboratórios [Calor e Santos, 2004].

Assim, foi possível estimular no aluno a curiosidade em conhecer mais sobre ciência e seu desenvolvimento e evidenciar que todos podem fazer ciência, desde que utilize do método científico. E, além disso, vincular o ensino de ciências à atividade científica.

Os alunos leram o texto (Apêndice A, p.168) e responderam aos exercícios, cujos objetivos e a sua forma de condução estão listados na tabela 3.

Tabela 3: Objetivo e procedimento utilizado nos exercícios da Aula 2.

Exercício	Objetivo	Procedimento
1	Explorar o significado do adjetivo “crítico” e “dogmático” na classificação de um cientista por Popper.	Induzir, a partir do texto da aula, quanto ao significado aos adjetivos crítico e dogmático.
2	Identificar as semelhanças e diferenças entre as concepções sobre a evolução da ciência dos filósofos apresentados.	Ler e comparar as concepções sobre Ciência listadas no material.
3	Apresentar o método científico como ferramenta utilizada na busca da imparcialidade.	A atividade humana depende das concepções individuais e, por isso, é naturalmente parcial. Analisar o uso da metodologia científica na busca da imparcialidade.
4	Comparar ciência natural e ciência humana a partir da visão de Rubem Alves.	Analisar a argumentação desse filósofo e determinar o tipo de Ciência relacionado às concepções listadas no texto da aula.

Aula 3: Obtenção do conhecimento científico – Metodologia Científica

Objetivos específicos (p.38) pretendidos nessa aula:

1. Estímulo ao senso crítico quanto à análise de informações e resultados;
2. Estímulo ao trabalho em equipe e à capacidade de argumentação;

3. Familiarização com a metodologia científica;
4. Desenvolvimento de conhecimentos básicos e necessários à escrita de projetos de pesquisa; e
5. Familiarização com a linguagem utilizada em publicações científicas (derivada do item 6).

Objetivou-se nesta aula familiarizar os alunos com a metodologia e a linguagem científica, ou seja, promover um contato com a forma de obtenção do conhecimento científico, a estrutura e a linguagem utilizada em sua divulgação. Inicialmente os alunos leram um texto que os familiarizava nesse tema e em seguida, resolveram os exercícios (tabela 4).

Tabela 4: Objetivo e procedimento utilizado nos exercícios da Aula 3.

Exercício	Objetivo	Procedimento
1	Familiarizar-se com a metodologia científica.	Formular um problema, propor hipóteses relacionadas a ele e um método para investigá-lo cientificamente.
2	Explorar o significado de boa hipótese.	Listar as qualidades necessárias na classificação de uma hipótese como boa.
3	Destaque de critérios que podem ser utilizados para a comparação entre resultados científicos e seu uso.	Analisar as condições de validade das conclusões, a qualidade de um trabalho científico e seu uso.
4	Tomar contato com a linguagem científica. A partir do resumo de um artigo original, destacar o problema investigado, as possíveis hipóteses, os resultados obtidos e avaliar se estes foram suficientes na solução do problema.	Ler o resumo de um artigo original e destacar o problema investigado, as possíveis hipóteses, os resultados obtidos e avaliar se estes foram suficientes na solução do problema.

De acordo com Watson, o método científico pode ser utilizado no estímulo a diversas habilidades, conforme as listadas na tabela 5 [Watson, 2004].

Tabela 5: Habilidades estimuladas com o uso do método científico.

Método científico	Exemplos de habilidades estimuladas
Formulação de um problema	Observação.
Coleta de dados / conhecimento prévio	Comunicação e análise da investigação.
Hipótese	Indução, identificação de variáveis, construção de hipóteses e planejamento da investigação.
Experimento	Medição, identificação de variáveis e manipulação.
Observação	Observação, classificação, medição e comunicação.
Conclusão	Indução, análise dos dados e comunicação.

Um aspecto muito importante da atividade científica é a diferenciação entre *observação* e *interpretação*. Comunicações científicas apresentam observações e interpretações e sua leitura crítica pode possibilitar não só uma análise das observações, mas interpretações alternativas. Uma educação científica requer, então, a diferenciação entre observação e interpretação, o que não é trivial. Com o propósito de promover tal distinção, realizou-se o experimento descrito a seguir (Experimento das caixas).

Experimento das caixas

Nesta atividade foram apresentadas aos estudantes cinco caixas, contendo objetos diversos (tabela 6 e figuras de 1 a 5). A tarefa solicitada aos estudantes era responder o que havia em cada caixa, conseqüentemente fazer observações. Antes do início da atividade, os alunos receberam uma folha para anotação de suas respostas (Apêndice C).

As caixas foram construídas de tal modo a permitir a utilização apenas da visão (Caixa 1), do tato (Caixa 2), da audição (Caixa 3) ou de um instrumento (Caixa 4). Todas as formas de observação poderiam ser usadas para a Caixa 5, à exceção do

tato direto (utilizou-se um objeto intermediário (vareta) para a manipulação) e paladar. A Caixa 5 destinava-se a verificar como uma observação pode mudar em função do tempo: continha um copo com gesso e água misturados. Como resultado, os primeiros grupos observariam uma suspensão enquanto os últimos grupos observariam uma massa pastosa, quase rígida, a qual não permitia a movimentação do palito fornecido para manipular o conteúdo do copo. Uma vez que o tipo de observação é fator limitante em cada um dos casos, esperava-se, com isso, obter respostas descritivas e não interpretativas.

Tabela 6: Componentes das caixas.

Caixa	Materiais contidos nas caixas
1	folha seca, pedaço de caule, pedra e exoesqueleto de inseto.
2	pedaço de estopa, duas rolhas diferentes e mangueira de borracha
3	limão, bola de tênis e cilindro maciço de madeira
4	esponja dupla face e cinzeiro de barro
5	água e gesso em um recipiente

Legenda: Figuras 1 a 5 – Fotografias das caixas. Os objetos contidos nas caixas 2, 3 e 4 foram retirados para evidenciá-los. Caixa 1: a tampa da caixa é de vidro, permitindo a visualização dos objetos contidos no seu interior. Caixa 2: a tampa da caixa foi substituída por um pano flexível, para permitir somente o apalpamento dos objetos. Caixa 3: totalmente vedada. Caixa 4: os objetos foram fixados na base da caixa, cuja tampa é provida de orifícios que permitem a passagem de uma vareta. Caixa 5: continha água e gesso em um recipiente; uma vareta permitia a manipulação do material.

Os alunos foram organizados em grupos de aproximadamente quatro componentes e orientados quanto ao tempo de análise (3 minutos/caixa). Houve a designação de um dos integrantes como redator das respostas do grupo. Após todos os grupos avaliarem todas as caixas, seus respectivos redatores escreveram as respostas na lousa. Terminada a transcrição, foi iniciada uma discussão, mediada pelos professores. Esta discussão foi estruturada de forma a analisar todas as respostas dadas, caixa por caixa. O papel dos estudantes foi o de distinguir, entre as respostas assinaladas, as que representavam observações daquelas que eram interpretações. Na discussão, os termos *observação* e *interpretação* foram definidos pelos professores e explorados com novos exemplos. Esta atividade foi avaliada dentro da avaliação final da disciplina de forma quantitativa.

Este experimento foi utilizado somente na disciplina QBQ2006 (presencial).

Aula 4: Como o conhecimento científico é divulgado

Objetivos específicos (p.38) pretendidos nessa aula:

1. Estímulo ao senso crítico quanto à análise de informações e resultados;
2. Estímulo ao trabalho em equipe e à capacidade de argumentação;
3. Familiarização com a metodologia científica; e
4. Familiarização com as publicações científicas e suas normas.

O objetivo nesta aula foi familiarizar os alunos com as diferentes formas de divulgação dos conhecimentos científicos, ou seja, promover contato com as diferentes categorias de publicações científicas e a análise das normas de uma revista para a publicação. Para isso, foram selecionadas quatro publicações (um artigo original, um artigo de revisão, um artigo de divulgação científica e um texto não-científico) e trabalhados cinco exercícios (tabela 7).

Tabela 7: Objetivo e procedimento utilizado nos exercícios da Aula 4.

Exercício	Objetivo	Procedimento
1	Identificar a aplicabilidade dos itens listados na tabela nos textos da atividade para posterior caracterização de uma publicação científica.	Preencher a tabela de acordo com a aplicabilidade de cada item nos textos.
2	Familiarizar-se com as categorias de publicações científicas.	Classificar os textos de acordo com as categorias de publicações científicas fornecidas no material da aula.
3	Identificar critérios que podem ser utilizados na caracterização de uma publicação científica.	Diferenciar os textos da aula a partir do uso das categorias de publicação científica.
4	Comparar a linguagem e uso de referências na definição de termos presentes na publicação.	Comparar as definições de feromônio nos textos “B” e “D”.
5	Familiarização com as normas de publicação científica.	Comparar as condições necessárias para a publicação num jornal comum e numa revista científica.
6	Destacar a originalidade (relacionada à sua qualidade de inédita) das publicações científicas.	Analisar as condições necessárias para a publicação de um trabalho numa revista científica.

Vale ressaltar que não se esperava o entendimento total do conteúdo das publicações para a sua discussão ou análise crítica, mas a comparação entre as estruturas dos textos, as linguagens utilizadas, a forma de se fazer referências, a existência de resultados primários, entre outros itens indicados no primeiro exercício. Ou seja, procurou-se evidenciar componentes que poderiam ser utilizados pelos alunos a fim de se alcançar uma leitura crítica, além da distinção dos tipos de publicações pelo tipo de formatação utilizada. Ao término destas atividades os alunos foram orientados quanto à execução da atividade extraclasse I (tabela 8). No apêndice D está apresentado um exemplo do material recebido pelos alunos, adaptado do original (anexo 2).

Tabela 8: Atividade extraclasse I.

Objetivo	Procedimento
Familiarização com o formato das publicações científicas. Destaque de variáveis importantes na leitura crítica de um artigo. Estímulo à capacidade de síntese.	Formatar um texto adaptado (artigo científico em português sem a formatação original, título, resumo e palavras-chave) e caracterizá-lo de acordo com as normas de publicação de uma revista científica apresentada no material. Escrever seu resumo, título e palavras-chave. Evidenciar se o redator do artigo é o pesquisador, o tamanho da amostra e o uso de referências, tratamento estatístico e grupo controle.

Aula 5: Princípios de Lógica

Objetivos específicos (p.38) pretendidos nessa aula:

1. Estímulo ao senso crítico quanto à análise de informações e resultados;
2. Estímulo ao trabalho em equipe e à capacidade de argumentação; e
3. Familiarização com a metodologia científica.

O objetivo nesta aula foi trabalhar com princípios básicos da lógica clássica, fundamentais nas atividades científicas e no dia a dia. Justifica-se pelo fato de que no dia a dia e na literatura científica, nem sempre as premissas estão explicitamente apresentadas.

Uma introdução a esses princípios básicos de lógica foi alcançada a partir do texto adaptado (Apêndice A, p.194), com definições e exemplos de argumentos, premissas e falácias. Sucintamente, foi explorado que a veracidade das premissas, presentes nos argumentos, não é objeto da lógica, mas a relação entre elas e a conclusão. Atividades subseqüentes complementaram o trabalho (tabela 9).

Tabela 9: Objetivo e procedimento utilizado nos exercícios da Aula 5.

Exercício	Objetivo	Procedimento
1	Familiarização com modelo utilizado em lógica: argumento constituído por premissas e uma conclusão (derivada a partir das premissas), identificadas. Verificar que a veracidade das premissas não é objeto da lógica, mas a relação entre elas e a conclusão (argumentos corretos podem ser obtidos com premissas falsas e/ou verdadeiras). Verificar que a classificação de um argumento, como correto ou incorreto, não está associada à veracidade da conclusão.	Assinalar se os argumentos estão corretos ou não e justificar essa escolha. Identificar cada premissa como verdadeira ou falsa. Analisar as correlações possíveis entre premissas falsas ou verdadeiras e argumentos corretos ou incorretos. Verificar se todos os argumentos corretos (logicamente construídos) possuem conclusões verdadeiras.
2	Aplicação dos conhecimentos experimentados no exercício anterior (1) num exemplo fictício.	Estudo de caso.
3	Aplicação dos conhecimentos experimentados no exercício 1 na análise de casos adaptados de artigos científicos.	Verificar se a conclusão é possível a partir dos resultados apresentados.

Aula 6: Dedução e indução

Objetivos específicos (p.38) pretendidos nessa aula:

1. Estímulo ao senso crítico quanto à análise de informações e resultados;
2. Estímulo ao trabalho em equipe e à capacidade de argumentação;
3. Familiarização com a metodologia científica; e
4. Familiarização com possíveis concepções de Ciência.

Esta aula é complementar aos princípios de lógica estudados na aula anterior.

Objetivou-se explorar argumentos dedutivos ou indutivos, comumente utilizados no desenvolvimento da Ciência (tabela 10).

Tabela 10: Objetivo e procedimento utilizado nos exercícios da Aula 6.

Exercício	Objetivo	Procedimento
1	Familiarização com o processo de dedução e indução.	Verificar se as conclusões apresentadas no último exercício da aula anterior (exercício 3, tabela 9) foram deduzidas ou induzidas.
2	Listar as vantagens e desvantagens no uso de dedução e indução.	Listar as vantagens e desvantagens de uma conclusão deduzida ou induzida.
3	Verificar que o desenvolvimento científico é obtido pelo uso de deduções e induções.	Analisar se o desenvolvimento científico é feito por deduções ou induções.
4	Evidenciar a possibilidade de mudanças de concepções na ciência (desenvolvimento científico) e a não existência de certezas (ou verdades).	Analisar se as leis científicas devem fornecer certezas. Associar a idéia de probabilidade à classificação dos conhecimentos científicos como verdadeiros (validade temporal).
5	Destacar o uso da Lógica como ferramenta de busca à imparcialidade.	Apontar a utilidade da Lógica na atividade científica.
6	Deduzir.	Assinalar a alternativa que traz uma dedução.
7	Deduzir e induzir.	Elaborar uma conclusão deduzida e outra induzida a partir dos resultados apresentados, adaptados de artigos científicos.

Ao término dessas atividades os alunos foram orientados quanto à execução da atividade extraclasse II, tabela 11. No apêndice E está apresentado um exemplo de texto recebido pelos alunos nessa atividade, adaptado do original (anexo 3).

Dessa forma, a ciência pôde ser vista como passível de mudanças, pois é dependente de observações e interpretações, as quais permitem induções e deduções, que podem modificar-se com o tempo via avanço das técnicas utilizadas, entre outros.

Tabela 11: Atividade extraclasse II

Objetivo	Procedimento
Familiarização com a dedução e indução.	Escrever a discussão e conclusão, evidenciando as possíveis deduções e induções, a partir de um artigo, em inglês, no qual título, resumo, autores, discussão e conclusão foram retirados. Dar um título ao trabalho.

Aula 7: Referagem

Objetivos específicos (p.38) pretendidos nessa aula:

1. Estímulo ao senso crítico quanto à análise de informações e resultados;
2. Estímulo ao trabalho em equipe e à capacidade de argumentação;
3. Familiarização com a metodologia científica;
4. Desenvolvimento de conhecimentos básicos e necessários à escrita de projetos de pesquisa; e
5. Familiarização com as publicações científicas e suas normas.

Objetivou-se nesta aula chamar a atenção dos alunos para pontos-chave de um artigo científico e, assim, estimular sua leitura ainda mais crítica e atenta. Para isso, os alunos receberam um artigo (apêndice F), modificado propositadamente pelos professores, supostamente enviado para publicação e foram requisitados a avaliá-lo como se fossem os assessores de uma revista científica (tabela 12). No anexo 3 está apresentado o original utilizado na construção dessa atividade.

Foram selecionados artigos que apresentassem técnicas simples, as quais não representassem obstáculos à compreensão dos alunos. A modificação dos artigos foi realizada a fim de destacar fortemente alguns pontos, identificados pelos professores, como fundamentais numa leitura crítica.

Tabela 12: Objetivo e procedimento utilizado no exercício da Aula 7.

Exercício	Objetivo	Procedimento
1	Chamar a atenção para pontos-chave de um artigo científico e estimular o senso crítico na leitura de publicações científicas.	À semelhança da atividade de um revisor de uma revista científica, escrever um parecer detalhado quanto à possibilidade de publicação de um artigo supostamente submetido. O artigo utilizado sofreu modificações pelos professores: foram retiradas as referências no final do trabalho (não as citações ao longo do texto), significado das siglas utilizadas e citação do tratamento estatístico. Houve alteração das palavras-chave, do espaço amostral, do título, do tempo verbal (de passado para futuro) e acréscimo de conclusão não pertinente a partir dos resultados e informações apresentados.

No material do curso foram apresentadas questões orientadoras que chamavam a atenção para pontos importantes a serem analisados (Apêndice A, p.204). Além disso, os alunos utilizaram as normas de publicação e o formulário para assessores de uma revista científica, como parâmetro para a formatação do trabalho e criação do parecer.

Ao término dessas atividades os alunos foram orientados quanto à execução da atividade extraclasse III, tabela 13. Nela, os alunos receberam outro artigo para análise (Apêndice G).

Tabela 13: Atividade extraclasse III

Objetivo	Procedimento
Estímulo ao senso crítico na leitura de publicações científicas.	À semelhança da atividade de um revisor de uma revista científica, escrever um parecer detalhado quanto à possibilidade de publicação de um artigo supostamente submetido. No entanto, o artigo utilizado nessa atividade, previamente publicado, também sofreu modificações pelos professores: foram retiradas as referências no final do trabalho, não as citações ao longo do texto, significado das siglas utilizadas e citação do tratamento estatístico. Houve alteração das palavras-chave, do espaço amostral, do título, do tempo verbal (de passado para futuro) e acréscimo de conclusão não pertinente a partir dos resultados e informações apresentados.

Módulo II: Projetos de Pesquisa

Aula 8: Escolha do problema/tema a ser investigado

Objetivos específicos (p.38) pretendidos nessa aula:

1. Estímulo ao senso crítico quanto à análise de informações e resultados;
2. Estímulo ao trabalho em equipe e à capacidade de argumentação;
3. Familiarização com a metodologia científica; e
4. Desenvolvimento de conhecimentos básicos e necessários à escrita de projetos de pesquisa.

Objetivou-se nesta aula promover a escolha de um tema que os alunos desejassem pesquisar e a formulação de um problema, dentro desse tema, de relevância social ou acadêmica (ou ambas) que pudesse ser respondido experimentalmente. Foi dada atenção especial à abrangência dos problemas formulados, pois, geralmente, no início os alunos apresentam questões muito amplas, as quais apresentariam inúmeras variáveis para a sua investigação. Ou seja, inicialmente é observada uma definição imperfeita do problema e alternativas múltiplas e multidisciplinares na sua análise. O método científico foi novamente explorado como auxiliar na identificação, inclusão e/ou exclusão das possíveis variáveis e focalização do problema.

Os professores auxiliaram os grupos em suas escolhas, mas de forma que os alunos chegassem por si à questão a ser investigada. Os professores usaram novos problemas, diferente daquele dos alunos, evidenciando, principalmente, os limites de uma investigação. Dessa forma, os alunos percebiam que perguntas muito vagas,

através do número de variáveis envolvidas, possibilitariam a criação de outras investigações mais específicas.

Para aqueles que pretendessem trabalhar com animais de laboratório em seu projeto de pesquisa, havia um texto de leitura obrigatória sobre bioética (Apêndice A, p.207). Nesta aula houve somente a discussão do exercício destacado na tabela 14 dentro de cada grupo, assim como nos períodos de estudo.

Tabela 14: Objetivo e procedimento utilizado no exercício da Aula 8.

Exercício	Objetivo	Procedimento
1	Familiarização com o tipo de pergunta que é investigada cientificamente (específica). Identificação de variáveis e estabelecimento de critérios de sua inclusão ou exclusão na focalização de um problema.	Formular um problema, dentro de um tema de interesse do aluno, de relevância social ou acadêmica (ou ambos) que possa ser investigado experimentalmente.

Aula 9: Palestra sobre Evolução da Ciência

Objetivos específicos (p.38) pretendidos nessa aula:

1. Estímulo ao senso crítico quanto à análise de informações e resultados;
2. Estímulo à capacidade de argumentação;
3. Familiarizar o aluno com a metodologia científica; e
4. Familiarização com possíveis concepções de Ciência.

A apresentação de palestras na disciplina presencial teve por objetivo discutir temas relevantes e complementares àqueles trabalhados no material. Após o

término da apresentação, os alunos poderiam fazer seus questionamentos ao palestrante.

Descrição dos temas das palestras apresentadas

No 1º oferecimento da disciplina houve a apresentação de uma palestra sobre o conhecimento e o método científico pelo Prof. Msc. Manoel Barral (Faculdade de Medicina do ABC). Foram apresentadas, de forma histórica, a origem do pensamento científico e a evolução da ciência através dos tempos, desde o período pré-socrático. Vale ressaltar que nesse oferecimento da disciplina não havia a aula sobre concepções de ciência, descrita anteriormente (p.49).

No 2º e 3º oferecimento da disciplina houve a apresentação do livro “A impostura científica em dez lições”, de Michel de Pracontal, por um dos professores (doutorando Paulo). A descrição abaixo estava impressa no material dos alunos.

Você acredita na explicação do temperamento através dos signos astrológicos? Acredita em sonhos premonitórios? E em transmissão de pensamento? Qual o sentido da vida? O que havia antes do Big Bang? Tudo é relativo? A água tem memória?

Essas e muitas outras perguntas serão abordadas nesta aula a partir da discussão do livro “A impostura científica em dez lições” (Pracontal, M., 2002). De maneira bastante resumida, o autor desenvolve, nestas dez lições, um “manual” da farsa científica, o qual pode ser útil tanto para aperfeiçoar a prática da impostura, como alertar contra esta prática.

E no 4º oferecimento da disciplina houve a apresentação do Prof. Dr. Francisco G. da Nóbrega (UNESP) sobre evolução da ciência. Destacou-se, por exemplo, a ciência como um processo não-intuitivo e a teoria heliocêntrica como demonstração. Ou seja, a observação diária do sol sempre nascendo de um lado e se pondo do outro, permite intuir que ele realiza um movimento circular ao redor da Terra. No entanto, com o uso do método científico, determinou-se o contrário, que o planeta Terra realiza movimento circular ao redor do sol (não intuitivo).

Aula 10: Revisão bibliográfica

Objetivos específicos (p.38) pretendidos nessa aula:

1. Estímulo ao senso crítico quanto à análise de informações e resultados;
2. Estímulo ao trabalho em equipe e à capacidade de argumentação;
3. Familiarização com a metodologia científica;
4. Desenvolvimento de conhecimentos básicos e necessários à escrita de projetos de pesquisa; e
5. Familiarização com as publicações científicas.

Antes da realização dos experimentos vinculados à investigação do problema, o/a(s) pesquisador(es/as) necessita(m) de informações sobre o tema e, principalmente, saber se a questão já foi respondida. Para obter essas informações, realiza(m) pesquisa sobre o assunto desejado na literatura científica. Este processo de pesquisa é chamado *revisão bibliográfica*.

O objetivo nesta aula foi, então, oferecer subsídios necessários à execução deste primeiro passo na investigação científica. Após os alunos definirem o problema a ser

investigado, a revisão bibliográfica lhes indicará sua originalidade e fornecerá suporte às decisões de planejamento metodológico.

Para isso, foi desenvolvido um roteiro, apresentado no material do curso (Apêndice A, p.209), o qual foi utilizado pelos alunos. Nele, os alunos acessavam alguns *sites* de busca científicos e os comparavam ao *site* Google (*site* de busca não-acadêmico, www.google.com.br). A comparação foi mediada pelo teor e número dos resultados encontrados, principais variáveis. Utilizou-se o *site* de busca Google por ser a ferramenta mais popular utilizada em pesquisas escolares e domésticas [Julien e Barker, 2009].

Com esse propósito, foram utilizadas a mesma pergunta e palavras-chave. Além disso, os alunos trabalharam com as definições *índice de impacto*, *índice de citação* e *indexação de periódicos*. No curso presencial os alunos também aprenderam a procurar um artigo científico nas bibliotecas da Universidade de São Paulo (USP).

Ao término dessas atividades os alunos foram orientados quanto à execução da atividade extraclasse IV (tabela 15).

Tabela 15: Atividade extraclasse IV.

Objetivo	Procedimento
Familiarização com a revisão bibliográfica na literatura científica.	Verificar se a pergunta relativa ao tema escolhido foi respondida e obter informações para a sua investigação. Listar as referências encontradas. Apresentar uma breve análise do que se sabe sobre o tema e eventuais questões relevantes que ainda permanecem em aberto. Apontar que tipo de publicação é melhor encontrar quando se deseja obter informações atuais sobre determinado assunto.

Na disciplina QBQ2006, essa atividade foi desenvolvida na Sala Multimídia do Instituto de Química da USP, na qual são dispostos diversos microcomputadores ligados em rede e com acesso à internet.

Possivelmente, os conteúdos e habilidades trabalhados na aula sobre referagem foram neste momento reaplicados, pois a habilidade de atribuir qualidade aos materiais obtidos através da internet depende da avaliação do internauta [Santos, *et al*, 2008].

Cabe ressaltar que nos três primeiros oferecimentos da disciplina houve uma introdução ao tema mediado pelos professores. Nela os alunos e professores seguiam fazendo uma revisão bibliográfica seguindo o mesmo procedimento. Ao invés do roteiro apresentado anteriormente, no material da disciplina havia as informações descritas no apêndice H.

Aula 11: Materiais e Métodos

Objetivos específicos (p.38) pretendidos nessa aula:

1. Estímulo ao senso crítico quanto à análise de informações e resultados;
2. Estímulo ao trabalho em equipe e à capacidade de argumentação;
3. Familiarização com a metodologia científica;
4. Desenvolvimento de conhecimentos básicos e necessários à escrita de projetos de pesquisa; e
5. Familiarização com as publicações científicas.

Pretendeu-se nesta aula estabelecer os objetivos, definir um cronograma e propor um procedimento na investigação do problema escolhido (tabela 16). Com o

propósito de organizar a realização da atividade, foram apresentados tópicos a serem considerados na construção da metodologia (Apêndice A, p.213).

Tabela 16: Objetivo e procedimento utilizado no exercício da Aula 11.

Exercício	Objetivo	Procedimento
1	Identificação de possíveis componentes considerados na construção de um método a ser utilizado num projeto científico. Familiarização com a estrutura utilizada para a apresentação dos objetivos, cronograma e método numa investigação científica.	Propor objetivos, método e cronograma para a investigação do problema escolhido.

Os professores esclareceram o significado de cada termo novo e, eventualmente, auxiliaram na comparação entre a metodologia sugerida pelo grupo e aquela encontrada na literatura.

Ao término dessas atividades os alunos foram orientados quanto à execução da atividade extraclasse V (tabela 17).

Tabela 17: Atividade extraclasse V

Objetivo	Procedimento
Redigir as respostas ao exercício da aula, dar um título ao projeto, desenvolver uma introdução ao tema e preparar a apresentação do pré-projeto.	Redação dos métodos a serem utilizados e elaboração da apresentação do pré-projeto, contendo: título, introdução, objetivos, materiais e métodos, cronograma e custos.

Aula 12: Apresentação oral dos projetos

Objetivos específicos (p.38) pretendidos nessa aula:

1. Estímulo ao senso crítico quanto à análise de informações e resultados;
2. Estímulo ao trabalho em equipe e à capacidade de argumentação;
3. Familiarização com a metodologia científica;
4. Desenvolvimento de conhecimentos básicos e necessários à escrita de projetos de pesquisa; e
5. Familiarização com as publicações científicas.

Objetivou-se simular uma apresentação científica, com discussões capazes de gerar melhorias no projeto de cada grupo. Para isso, os alunos apresentaram seus projetos para crítica, comentários e sugestões dos professores e colegas, as quais foram apresentadas após o término de cada uma das exposições (e anotadas pelo grupo apresentante). Também foram feitas sugestões à apresentação e qualidade dos *slides*. Ao término das apresentações, os alunos foram orientados quanto à execução da atividade extraclasse VI, tabela 18.

Tabela 18: Atividade extraclasse VI.

Objetivo	Procedimento
Tomar contato com possíveis exigências de agências de fomento em relação à escrita de um projeto científico.	Escrever o projeto considerando as sugestões discutidas na apresentação do pré-projeto e as exigências presentes no material da aula.

Aula 13: Agências de Financiamento

Objetivos específicos (p.38) pretendidos nessa aula:

1. Estímulo ao trabalho em equipe e à capacidade de argumentação; e
2. Desenvolvimento de conhecimentos básicos e necessários à escrita de projetos de pesquisa.

Toda pesquisa tem um custo e é muito importante que seu condutor saiba como e onde obter financiamento. Para aprender sobre as diferentes opções de fomento, os estudantes acessaram os sites de duas agências de financiamento, uma estadual (por exemplo, a FAPESP) e outra federal (CNPq), e os exploraram a partir de questões balizadoras fornecidas no material da aula (tabela 19). Na disciplina QBQ2006, essa atividade foi desenvolvida pelos alunos na sala multimídia do Instituto de Química da USP.

Tabela 19: Objetivo e procedimento utilizado no exercício da Aula 13.

Exercício	Objetivo	Procedimento
1	Conhecer algumas agências de fomento, suas normas, formas e modalidades de financiamento. Discutir possíveis critérios a ser utilizados na escolha dos projetos a serem financiados.	Acessar o site de duas agências nacionais de fomento e responder às questões presentes no material (Apêndice A, p.215).

Com o propósito de situar o público-alvo das modalidades de financiamento no ensino superior brasileiro e apresentar possíveis caminhos a ser trilhados pelos alunos, foi incluída na forma de leitura complementar, breve descrição sobre pós-graduação, graduação e cursos sequenciais.

Aula 14: Análise dos resultados obtidos no projeto submetido

Objetivos específicos (p.38) pretendidos nessa aula:

1. Estímulo ao senso crítico quanto à análise de informações e resultados;
2. Estímulo ao trabalho em equipe e à capacidade de argumentação;
3. Familiarização com a metodologia científica;
4. Desenvolvimento de conhecimentos básicos e necessários à escrita de projetos de pesquisa; e
5. Familiarização com as publicações científicas.

Objetivou-se que os alunos escrevessem um artigo científico original, simulando a divulgação dos conhecimentos obtidos na investigação. Para isso, inicialmente os alunos, a partir dos resultados experimentais (fictícios) obtidos (fornecidos pelos professores) em cada um de seus projetos de pesquisa, realizaram a atividade descrita na tabela 20. Após a aula os alunos deveriam fazer a atividade extraclasse VII, tabela 21.

Tabela 20: Objetivo e procedimento utilizado no exercício da aula 14.

Exercício	Objetivo	Procedimento
1	Analisar os resultados obtidos na investigação científica. Deduzir e/ou induzir.	Escrever a discussão e conclusão do trabalho.

Tabela 21: Atividade extraclasse VII

Objetivo	Procedimento
Familiarização com a interpretação de resultados e escrita de um artigo científico. Estabelecer critérios de escolha de uma revista na qual ele possa ser publicado. Estimular o senso crítico.	Redigir a discussão e conclusão. Escolher uma revista para a submissão (fictícia) do artigo e usar as suas normas de publicação na escrita e formatação do mesmo. Justificar a escolha da revista.

Esta aula representou o fechamento de todo um processo da atividade científica: iniciado com a proposição de um problema, seguido pela obtenção de informações relacionadas a ele, elaboração de objetivos e métodos, escrita de um projeto e sua submissão à alguma agência de fomento, obtenção de resultados e sua análise lógica e a divulgação desse conhecimento via publicação.

3.8 Conteúdos explorados em cada oferecimento da disciplina.

Na tabela 22 estão listados todos os conteúdos trabalhados em cada oferecimento da disciplina Introdução à Ciência. Nela é utilizada a seguinte legenda:

	2º semestre de 2005	1º semestre de 2006	2º semestre de 2006	1º semestre de 2007
Modalidade presencial	1ª turma (A)	2ª turma (B)	3ª turma (C)	4ª turma (D)
Modalidade à distância		1ª turma* (E ¹)	2ª turma (F) 1ª turma* (E ²)	3ª turma (G)

1ª turma* = o conteúdo da disciplina foi trabalhado, excepcionalmente, em dois semestres: o módulo 1 no 1º semestre de 2006 e o módulo 2 no 2º semestre de 2006.

Tabela 22: Conteúdos explorados em cada oferecimento da disciplina Introdução à Ciência - modalidades presencial e à distância.

Tópico de cada aula		Curso Presencial				Curso à distância			
		A	B	C	D	E ¹	E ²	F	G
1	Ciência e Senso Comum.	x	x	x	x	x		x	x
2	Diferentes concepções sobre Ciências.		x	x	x	x		x	x
3	Obtenção do conhecimento científico – Metodologia Científica.	x	x	x	x	x		x	x
4	Como o conhecimento científico é divulgado?	x	x	x	x	x		x	x
5	Princípios de Lógica.	x	x	x	x	x		x	x
6	Dedução e Indução.	x	x	x	x				
7	Referagem.	x	x	x	x		x	x	x
8	Escolha do problema a ser investigado.	x	x	x	x		x	x	
9	Revisão bibliográfica.	x	x	x	x		x	x	
10	Materiais e Métodos.	x	x	x	x		x	x	
11	Apresentação oral dos projetos.	x	x	x	x		x	x	
12	Agências de financiamento.	x	x	x	x		x	x	
13	Análise dos resultados obtidos no projeto submetido.	x	x	x	x		x		
14	Palestras (ministradas nas disciplinas presenciais):								
	História da Ciência.	x							
	A impostura científica em dez lições.		x	x					
	Evolução da Ciência.				x				

3.9 Conhecimentos prévios

No primeiro dia de aula, em todos os oferecimentos presenciais e à distância, após a apresentação dos professores e da disciplina, houve a distribuição de um questionário aos alunos com o objetivo de conhecer um pouco sobre suas experiências acadêmicas, pretensões profissionais e algumas de suas concepções sobre alguns aspectos vinculados à atividade científica. Estes questionários foram respondidos individualmente e não necessitavam de identificação (Apêndice I).

Embora a coleta de concepções prévias seja uma ferramenta importante na análise de mudanças conceituais, essa não fez parte dos objetivos almejados nesse

trabalho, pois não se buscou trabalhar com mudanças conceituais. Além disso, a avaliação do sucesso em um aprendizado não requer, necessariamente, sempre o uso das mesmas estratégias, através das comparações entre os conhecimentos anteriores e posteriores à situação de aprendizagem [Mortimer, 1996].

3.10 Avaliação

Não são muitos os artigos que abordam diretamente a avaliação nos cursos de Ciência, Tecnologia e Sociedade, principalmente devido à sua complexidade [Schnetzler e Santos, 2003]. Roseli e Santos (2003) listam três razões: (1) a natureza do comportamento a ser avaliado (o que implicaria a adoção pelo aluno de um sistema de valores), (2) os problemas de mensuração (há forte subjetividade) e (3) a dificuldade da elaboração de questões sobre situações concretas do cotidiano, pois a simplificação do problema e das informações reduziria a margem de considerações por parte do aluno [Schnetzler e Santos, 2003].

Dessa forma, nesse tipo de pesquisa, que envolve resultados subjetivos, uma abordagem quantitativa dos resultados trataria o problema de maneira incompleta. Da mesma forma, uma abordagem unicamente qualitativa seria inadequada. Uma alternativa é trabalhar com essas duas formas de abordagem em conjunto. A vantagem da interpretação conjunta dos resultados qualitativos e quantitativos se dá pela observação de uma convergência entre as informações coletadas e/ou apontamento de eventuais informações ou obstáculos, às vezes inesperados. Assim, o alcance aos objetivos propostos foi medido pela combinação dos resultados quantitativos e qualitativos, como estabelecido pelas técnicas de pesquisa qualitativa

[Bodgan e Biklen (1998); Denzin e Lincoln (2000); Creswell (2003); Patton (2002) e Ludke e André (1986)].

Um procedimento comumente usado para a investigação quantitativa é a construção de escalas de atitudes, propostas originalmente por Likert (1932). Atitude é definida como uma preferência considerando-se uma dimensão de favorabilidade ou desfavorabilidade em relação a um grupo particular, instituição, conceito ou objeto [Sax, 1996]. Atitudes são disposições para ações [Likert, 1932]. A escala baseia-se em sentenças ou assertivas, que constituem os itens do questionário e que cobrem todo o espectro de uma problemática que se deseja pesquisar. Um conjunto de opções que abrange alternativas que variam de concordância até discordância é associado a cada item. Um questionário com 53 questões foi utilizado na avaliação da disciplina presencial (Apêndice J) e outro com 51 questões na disciplina à distância (Apêndice K). Além das informações quantitativas, observações diretas e depoimentos, espontâneos e/ou escritos na avaliação da disciplina, compuseram os dados qualitativos.

A obtenção desses resultados é importante no ajuste aos problemas propostos e servem de guia para eventual escolha de subseqüentes. E o conjunto dos ajustes possibilita o aperfeiçoamento do material e da disciplina.

3.10.1 Análise do sucesso no alcance aos objetivos propostos

Com o objetivo de verificar a existência de diferenças entre os alunos que fizeram a disciplina Introdução à Ciência daqueles que não a fizeram e analisar suas capacidades de aplicação dos conhecimentos nela explorados, foi elaborada uma atividade (Apêndice L) e proposta à turma 2006, manhã, de Nutrição da USP. Essa

turma foi escolhida porque representa um grupo bastante homogêneo (idade, sexo, experiência acadêmica) e porque uma porcentagem significativa dos estudantes dessa turma cursou a disciplina Introdução à Ciência (40%). Essa atividade foi aplicada em novembro de 2007 em horário previamente combinado com a turma e teve a participação voluntária e individual das alunas, as quais estavam cientes da utilização dos resultados coletados em um projeto de pesquisa.

3.10.1.1 Procedimento

Essa atividade foi dividida em duas etapas: primeiro as alunas leram o texto e responderam às questões de 1 a 4; em seguida, entregaram suas respostas e receberam a questão 1 da 2ª parte. Todas alunas tiveram liberdade de tempo para responder às questões. Não foi requisitada identificação e a distinção dos alunos foi feita na folha de respostas por eles utilizadas: aqueles que cursaram a disciplina Introdução à Ciência receberam uma folha com uma marca característica (●) no canto superior direito.

3.10.2 Programa de Avaliação das Disciplinas do Instituto de Química (PADIQ)

A Comissão de Graduação (CG) do Instituto de Química da USP (IQ-USP) criou no 1o semestre de 2004 o PADIQ, Programa de Avaliação de Disciplinas do IQ-USP [CG - IQ-USP, 2004]. Objetiva-se, com ele, avaliar as disciplinas ministradas por docentes do IQ no âmbito da graduação, criando-se mecanismos para a obtenção de informações sobre os cursos e de subsídios para futuros aperfeiçoamentos. O parâmetro principal da avaliação consiste em questionários individuais preenchidos

em folhas ópticas destinadas à leitura pelos alunos, nos quais o desempenho do docente e aspectos pertinentes ao andamento da disciplina são mensurados mediante a utilização de critérios qualitativos e quantitativos.

4. Resultados

4. Resultados

4.1 Número de oferecimentos das disciplinas Introdução à Ciência

Na tabela 23 estão apresentados os semestres em que houve o oferecimento das disciplinas Introdução à Ciência nas modalidades presencial e à distância. Entre parênteses é apresentada uma letra, que serve de legenda para cada uma das turmas, utilizadas nas tabelas a seguir.

Tabela 23: Oferecimentos das disciplinas Introdução à Ciência.

	2º semestre de 2005	1º semestre de 2006	2º semestre de 2006	1º semestre de 2007
Modalidade presencial	1ª turma (A)	2ª turma (B)	3ª turma (C)	4ª turma (D)
Modalidade à distância		1ª turma* (E ¹)	2ª turma (F) 1ª turma* (E ²)	3ª turma (G)

Observação (legenda da tabela 23):

Os oferecimentos designados por E^1 e E^2 são aplicados à mesma turma, ou seja, excepcionalmente, trabalhou-se o conteúdo da disciplina em dois semestres (o módulo 1 no 1º semestre de 2006 e o módulo 2 no 2º semestre de 2006).

4.2. Número de alunos e cursos de origem

Observa-se na tabela 24 que alunos originários de diferentes unidades universitárias se interessaram em cursar a disciplina Introdução à Ciência. A reunião entre alunos de diferentes cursos foi saudável na análise de questões científicas e trocas de experiências sob óticas eventualmente distintas. Nela está apresentado o número de alunos que cursou a disciplina integralmente, e seus respectivos cursos de origem.

Tabela 24: Curso de origem dos alunos participantes.

Cursos de origem	Turmas presenciais				Turmas à distância			
	A	B	C	D	E ¹	E ²	F	G
Biologia	-	-	1	-	-	-	-	-
Biomedicina	-	-	-	-	-	-	8	-
Ciências Fundamentais para a Saúde	-	2	-	-	-	-	-	-
Farmácia	6	-	-	2	-	-	-	-
Medicina	-	-	-	-	-	-	-	6
Medicina Veterinária	1	-	-	-	-	-	-	-
Nutrição	1	4	14	2	7	5	-	1
Odontologia	1	-	-	-	-	-	-	-
Química	5	13	7	17	-	-	-	-
Pós - graduação	-	-	-	-	-	-	1	-
Total	14	19	22	22	7	5	9	7

4.3 Conhecimentos prévios

Na tabela 25 são apresentadas as respostas dadas às questões de múltipla escolha do questionário inicial; e nas tabelas de 26 a 31, aquelas obtidas nas

questões dissertativas, dentro de categorias representativas. O número de alunos, em cada uma das turmas, que respondeu a este questionário foi:

Turma	A	B	C	D	E ¹	F	G
n	14	22	22	21	7	10	10
% dos alunos matriculados	100	100	100	95	100	100	100

Os alunos da turma E² responderam a esse questionário quando matriculados na turma E¹. Dois alunos da turma E¹ não se matricularam na turma E² por indisponibilidade de tempo (conflito de horário com outras atividades). Através da comparação entre os números presentes na legenda acima (número de alunos que respondeu ao questionário na 1ª aula de cada disciplina) com os da tabela 24 (número de alunos que cursou a disciplina integralmente), pode-se identificar a taxa de evasão ocorrida nos oferecimentos. Não houve evasão de alunos significativa, exceto no 3º oferecimento da disciplina à distância, com a saída de 30% dos alunos.

Tabela 25: Respostas dadas às questões de múltipla escolha.

Turmas		A – D	E – G	A – D	E – G
Questões		Sim (%)		Não (%)	
1	Você pretende seguir carreira de pesquisador?	62,0 ± 19,2	62,0 ± 30,2	29,2 ± 16,0	37,6 ± 30,2
2	Você já fez Iniciação Científica?	50,5 ± 21,4	27,3 ± 11,0	48,0 ± 20,4	68,7 ± 10,2
3	Faz Iniciação Científica atualmente?	37,2 ± 7,1	35,0 ± 18,0	62,7 ± 7,1	64,7 ± 18,6
4	Você tinha um projeto próprio?	36,2 ± 15,0	6,7 ± 5,7	47,0 ± 19,7	86,6 ± 11,5
5	Você participou da redação deste projeto?	31,7 ± 12,6	20,3 ± 9,5	49,5 ± 14,7	72,6 ± 14,2
6	Você teve alguma preparação à Iniciação Científica?	20,7 ± 5,5	23,7 ± 10,9	62,5 ± 15,5	65,6 ± 9,8

Tabela 26: Questão 7. O que é Ciência pra você?

Categorias das respostas	A – D (%)	E¹ – G (%)
Busca de conhecimento	17,5 ± 4,7	0
Estudo	43,2 ± 16,5	51,6 ± 10,4
Conjunto de Conhecimentos	15,0 ± 5,8	20,3 ± 9,5
Resolver questões por meio do método científico	8 ± 7,1	3,3 ± 5,7
Tudo aquilo que é feito pela comunidade científica	3 ± 3,5	0
Estudo que traz progresso à humanidade	4,7 ± 6,6	14 ± 12,1
Tudo aquilo que está baseado em evidências	1,75 ± 3,5	3,3 ± 5,7
É uma matéria que tenta provar através de experimentos	1,75 ± 3,5	3,3 ± 5,7
Conhecimento produzido através da observação e pesquisa.	2,75 ± 3,4	3,6 ± 6,3

Tabela 27: Questão 8. Quem faz Ciência?

Categorias de comentários	A – D (%)	E¹ – G (%)
Cientistas e pesquisadores	34 ± 13,7	31 ± 10,1
Possuidor de conhecimento	2,2 ± 4,5	0
Seguidor do método científico	7,25 ± 9,3	20,3 ± 9,5
Todos que buscam resposta à dúvidas	20,2 ± 2,8	23,6 ± 14,8
Todos	23,2 ± 24,3	21,3 ± 22,0
Quem interage com a natureza de modo empírico	5 ± 3,9	3,3 ± 5,7

Tabela 28: Questão 9. Existe diferença entre o conhecimento da Ciência e o conhecimento popular? Justifique.

Categorias de comentários	A – C (%)	E¹ – F (%)
Não tem diferença.	9,3 ± 8,0	0
O conhecimento popular apresenta respostas e a Ciência apresenta o porquê.	3 ± 5,2	16,5 ± 23,3
O conhecimento popular não usa conhecimentos comprovados.	7,6 ± 7,0	0
Popular = credices. Ciência = técnicas experimentais/uso da razão.	30,3 ± 14,3	35,5 ± 34,6
Popular = transmissão cultural. Ciência = experimentos	13,6 ± 4,5	26,5 ± 9,2
Popular = linguagem fácil. Ciência = questões sofisticadas	15,3 ± 2,3	5,5 ± 7,7
Ciência exige metodologia.	9 ± 12,2	15,5 ± 6,3
Conhecimento popular = pesquisa simples. Conhecimento científico = pesquisa exaustiva.	3,6 ± 3,5	0

Observa-se da tabela 28 que o uso de experimentos e da razão na ciência foram as respostas mais assinaladas. A linguagem foi apontada por parte deles, mas pelo uso de termos específicos, e não pelas generalizações (característica das afirmações populares).

A partir das respostas presentes nas tabelas 26-28, é possível identificar uma visão de ciência como busca por conhecimento, geralmente realizada por poucos, associada ao uso da razão e experimentos, mas sem uma clara definição da forma utilizada (método). Dessa forma, faz sentido que alguns alunos assumam a importância do conhecimento científico àqueles diretamente envolvidos com a atividade científica (tabela 29).

Tabela 29. Questão 10. O conhecimento sobre metodologia científica é importante para todos os cidadãos? Ou é importante para aqueles que fazem cursos ligados à Ciência? Ou é importante para quem faz investigação científica? Justifique.

Categorias de comentários	B – D (%)	E¹ – G (%)
Para quem faz curso ligado à ciência	20 ± 14,4	14 ± 12,1
Todos	52 ± 16	68,6 ± 10,2
Para quem faz investigação científica	20,3 ± 5,5	17,0 ± 5,2
Para quem se interessar por ela.	3 ± 5,2	0

Tabela 30: Questão 11. O que caracteriza um artigo científico?

Categorias de comentários	D (%)	G (%)
Comunicação imparcial e fundamentada em resultados	19	10
Apresenta uma formatação específica	43	20
Ser publicado em revistas científicas	5	0
Ser feito por pesquisadores	5	20
Conhecimento específico, grau de sofisticação e complexidade	5	0
Possui conhecimentos obtidos experimentalmente	0	20
Tem novos conhecimentos	0	20

Tabela 31: Questão 12. O que caracteriza um projeto de pesquisa?

Categorias de comentários	D (%)	G (%)
Ter métodos e objetivos	9	20
Não sei	14	10
Ter pergunta, método e justificativa	19	30
É um resumo do que se pretende pesquisar	5	0
Apresentação do que será feito pelo pesquisador	19	0
Fazer ciência	9	0
Baseado em evidências	5	0
Ter finalidade de melhorar ou descobrir algo	5	0
Comprovar alguma teoria	5	10
Busca de conhecimentos	0	20

4.4 Experimento das caixas

Na tabela 32 são apresentados exemplos, representativos, de respostas dadas à pergunta “O que há em cada caixa?”. Este experimento foi utilizado no 2º, 3º e 4º oferecimento da disciplina *Introdução à Ciência* na modalidade presencial. No quadro 2 são apresentadas imagens da atividade na 3ª turma.

Tabela 32: Exemplos de respostas (representativas) dadas pelos alunos.

Caixa	Respostas
1	“1 folha seca, 1 exoesqueleto de inseto, 1 fragmento de caule seco pintado de rosa, 1 pedra preta”.
2	“Algodão, 1 rolha (cilindro), mangueira de pequeno diâmetro flexível”.
3	“2 coisas de pesos diferentes. Uma provavelmente é redondo. O outro cilíndrico + pesado”.
4	“Esponja e objeto duro e pequeno (ou vidro ou metal)”.
5	“Cal com água”. “Líquido, sólido em suspensão”. “Uma massa pastosa e de coloração esbranquiçada”. “Gesso no copo plástico”.

Quadro 2: Imagens desta atividade na 3ª turma presencial.

<p><i>Análise da caixa 1:</i> uso da visão.</p>	<p><i>Análise da caixa 2:</i> uso do tato.</p>	<p><i>Análise da caixa 3:</i> uso da audição.</p>

<p><i>Análise da caixa 4:</i> uso de instrumento.</p>	<p><i>Análise da caixa 5:</i> modificação do objeto observado em função do tempo.</p>	

4.5 Gráficos de acompanhamento dos *chats*

A seguir é apresentado, em gráficos, o total de frases do diálogo estabelecido nos *chats*, categorizadas.

Gráfico 1: Disposição das informações apresentadas pelos alunos e professor, sem distinção, durante os períodos de *chat* – 1ª turma / 1º oferecimento. Legenda: tabela 33.

Tabela 33: Descrição dos conteúdos abordados nos *chats* (Gráfico 1).

Chat	Conteúdo abordado	Número de alunos
1	Aula 1: Ciência e Senso Comum	8
2	Continuação da Aula 1	6
3	Aula 2: Diferentes concepções de Ciências	6
4	Continuação da Aula 2	8
5	Aula 3: Obtenção do conhecimento científico – Metodologia Científica	8
6	Continuação da Aula 3	6
7	Aula 4: Como o conhecimento científico é divulgado?	7
8	Continuação da Aula 4	6
9	Aula 5: Princípios de lógica e análise de resultados experimentais	6
10	Continuação da Aula 5	6
11	Continuação da Aula 5	5

Gráfico 2: Disposição das informações apresentadas pelos alunos e professor sem distinção durante os períodos de *chat* – 1ª turma / continuação do curso.

Legenda: tabela 34.

Tabela 34: Descrição dos conteúdos abordados nos *chats* (Gráfico 2).

Chat	Conteúdo abordado	Número de alunos
1	Aula 6: Referagem	5
2	Módulo 2: Projetos de Pesquisa Aula 7: Escolha do problema/tema a ser investigado	4
3	Correção da Atividade Extraclasse da Aula 6. Aula 8: Revisão bibliográfica	4
4	Continuação da Aula 8. Aula 9: Materiais e Métodos	4
5	Continuação da Aula 9	3
6	Continuação da Aula 9	5
7	Aula 10: Redação de projetos e agências de financiamento	4
8	Continuação da Aula 10	4
9	Correção da Atividade Extraclasse da Aula 9 e instrução para a Aula 11: Apresentação oral dos projetos por vídeo-conferência (imagens 1 e 2 do quadro 3).	4
10	Aula 12: Análise dos resultados obtidos no projeto submetido	4

Gráfico 3: Disposição das informações apresentadas pelos alunos e professor sem distinção durante os períodos de *chat* – 2ª turma. Legenda: tabela 35.

Houve um dia para a apresentação oral dos pré-projetos por vídeo conferência (imagem 3, quadro 3).

Quadro 3: Imagens das vídeo-conferências realizadas.

Tabela 35: Descrição dos conteúdos abordados nos *chats* (Gráfico 3).

Chat	Conteúdo abordado	Número de alunos
1	Aula 1: Ciência e Senso Comum	9
2	Continuação Aula 1	9
3	Continuação Aula 1	6
4	Aula 2: Diferentes concepções sobre Ciência	9
5	Continuação Aula 2 + Início da Aula 3: Obtenção do conhecimento científico – Metodologia Científica	8
6	Continuação da Aula 3	8
7	Aula 4: Como o conhecimento científico é divulgado?	8
8	Aula 5: Princípios de lógica e análise de resultados experimentais	9
9	Aula 6: Referagem	7
10	Continuação Aula 6 + Início da Aula 7: Escolha do problema/tema a ser investigado (fórum – participações não incluídas no chat acima)	9
11	Continuação da Aula 7 + Início da Aula 8: Revisão bibliográfica	9
12	Continuação da Aula 8 + Aula 9: Materiais e Métodos + Aula 10: Agências de fomento e redação de projetos de pesquisa.	8

Gráfico 4: Disposição das informações apresentadas pelos alunos e professor sem distinção durante os períodos de *chat* – 3ª turma. Legenda: tabela 36.

No gráfico 4 foram destacadas 9/12 semanas do cronograma. Os três dias omitidos do gráfico corresponderam a: (1) dia para a apresentação do curso e familiarização com a plataforma; (1) dia de falta quase coletiva dos alunos; e (1) dia em que os alunos não fizeram a leitura do material nem os exercícios; o tempo foi usado para essa atividade e breve discussão.

Tabela 36: Descrição dos conteúdos abordados nos *chats* (Gráfico 4).

<i>Chat</i>	Conteúdo abordado	Número de alunos
1	Aula 1: Ciência e Senso Comum	6
2	Continuação Aula 1 + início da Aula 2: Diferentes concepções sobre Ciência	5
3	Continuação da Aula 2	6
4	Aula 3: Obtenção do conhecimento científico – Metodologia Científica	7
5	Continuação da Aula 3	5
6	Aula 4: Como o conhecimento científico é divulgado?	5
7	Aula 5: Princípios de lógica e análise de resultados experimentais	7
8	Continuação da Aula 5	4
9	Aula 6 – Referagem	7

4.6 Exemplos de discussão em ambiente virtual.

A fim de ilustrar como foi conduzida uma discussão no ambiente virtual, estão apresentados, nas tabelas 37 a 42, alguns trechos de *chats* que possibilitam a avaliação do alcance às metas apresentadas nos objetivos propostos (p.38).

Tabela 37: Estímulo ao senso crítico quanto à análise de informações e resultados.

1	<p>[13/11/06 19:35] <Aluno 1> ah... nosso aprendizado... sinto q nos diferenciamos do restante da turma... estamos muito mais críticas!</p> <p>[13/11/06 19:35] <Aluno 2> acho que o ponto mais expressivo foi que todas nós nos tornamos bem mais críticas ao ler um artigo</p> <p>(..)</p> <p>[13/11/06 19:38] <Tutor> por que que vcs acham que vcs se diferenciaram dos demais alunos da turma?</p> <p>(..)</p> <p>[13/11/06 19:39] <Aluno 3> pois já não olhamos apenas os resultados, procuramos avaliar o trabalho como um todo, a metodologia, de onde retiraram os resultados, e as professoras comentam.</p>
2	<p>[12/09/06 10:51] <Aluno 3> é popular a h</p> <p>[12/09/06 10:51] <Aluno 4> h ã sei</p> <p>[12/09/06 10:51] <tutor> justifiquem o item h, por favor</p> <p>[12/09/06 10:52] <Aluno 5> eu n sei</p> <p>[12/09/06 10:52] <Aluno 4> essas coisas eu não entendo</p> <p>[12/09/06 10:52] <Aluno 1> acho que é popular, não tem nenhuma comprovação científica</p> <p>[12/09/06 10:52] <Aluno 6> popular...tente comer 2kg de amendoim com três barras de chocolate.....não vai se sentir nem um pouco atraente</p> <p>[12/09/06 10:52] <tutor> pois é aluno 6, vc apontou um dado que não tem na afirmação: a quantidade.</p> <p>[12/09/06 10:52] <Aluno 3> é, não justifica nada, nem as quantidades</p> <p>[12/09/06 10:52] <Aluno 7> acho q é popular</p> <p>[12/09/06 10:53] <Aluno 5> popular</p> <p>[12/09/06 10:53] <tutor> amendoim com casca ou sem casca? que amendoim? qualquer um?</p> <p>[12/09/06 10:53] <Aluno 8> é popular, se são afrodisíaco nunca percebi, mas servem para dá uma aliviada qdo estou deprimida</p> <p>[12/09/06 10:53] <tutor> que chocolate?</p> <p>[12/09/06 10:53] <aluno 9> pois é</p> <p>[12/09/06 10:53] <Aluno 3> popular</p> <p>[12/09/06 10:53] <aluno 9> é popular</p> <p>[12/09/06 10:54] <tutor> o que é ser afrodisíaco? Pra quem? pra idosos? bebes? crianças? adoslescentes? pra quem?</p> <p>[12/09/06 10:54] <aluno 8> concluo, q o problema destas frases é q elas são muito generalistas</p> <p>[12/09/06 10:54] <Aluno 6> acho q a gente já entendeu a idéia da coisa...</p> <p>[12/09/06 10:54] <Aluno 5> é</p> <p>[12/09/06 10:54] <Aluno 3> acho q tô entendendo tb..</p> <p>[12/09/06 10:55] <tutor> vcs estão observando os critérios de diferenciação de uma afirmação popular de uma científica? Vejam que nem sempre é preciso saber os conceitos...</p> <p>[12/09/06 10:55] <Aluno 7> esclareceu</p> <p>[12/09/06 10:55] <Aluno 5> sim</p> <p>[12/09/06 10:55] <tutor> tudo bem até aqui?</p> <p>[12/09/06 10:55] <Aluno 3> sim</p> <p>[12/09/06 10:55] <Aluno 2> tudo</p> <p>[12/09/06 10:55] <Aluno 6> sim</p> <p>[12/09/06 10:55] <Aluno 7> sim</p> <p>[12/09/06 10:55] <Aluno 1> sim</p> <p>[12/09/06 10:56] <aluno 8> sim</p>

Tabela 38: Estimulo ao trabalho em equipe.

1	<p>[21/08/06 19:24] < Aluno 1 > mas acho q não eh um único grupo né?</p> <p>[21/08/06 19:24] < Aluno 2 > =]</p> <p>[21/08/06 19:24] < Aluno 2 > pois é... parece q o <i>Tutor</i> qr separar a gnt</p> <p>[21/08/06 19:24] < Tutor > olás!!!</p> <p>[21/08/06 19:24] < Aluno 2 > mas é tão bom tds nós juntas...</p> <p>[21/08/06 19:24] < Aluno 2 > não somos tantas assim...</p> <p>[21/08/06 19:24] < Aluno 1 > olá</p> <p>[21/08/06 19:24] < Aluno 4 > acho tri o da babosa!</p> <p>[21/08/06 19:24] < Aluno 2 > Oie!!!</p> <p>(..)</p> <p>[21/08/06 19:27] < Aluno 2 > sim... até queria saber se não podemos fazer num único grupo..]</p> <p>[21/08/06 19:28] < Tutor > como vcs preferem?</p> <p>[21/08/06 19:28] < Aluno 2 > pois não somos tantas assim...</p> <p>[21/08/06 19:28] < Tutor > pode ser</p> <p>[21/08/06 19:28] < Aluno 2 > oba! =]</p> <p>[21/08/06 19:28] < Aluno 2 > é q a nossa turma é tão unida...</p> <p>[21/08/06 19:29] < Aluno 1 > ok</p>
2	<p>[25/09 19:47] < Aluno 1 > sugiro que façamos a aula 10 e apresentamos a metodologia definitiva na próxima segunda, poder ser <i>Tutor</i>?</p> <p>[25/09/06 19:48] < Aluno 2 > eu concordo <i>Aluno 1</i></p> <p>[25/09/06 19:48] < Aluno 3 > eu concordo com o <i>Aluno 1</i></p> <p>[25/09/06 19:48] < Aluno 1 > como fomos no biotério hj não tivemos tempo de colocar e discutir o q conversamos no papel</p> <p>[25/09/06 19:48] < Aluno 4 > por mim tbm pode ser</p>

Tabela 39: Estimulo à capacidade de argumentação.

1	<p>[06/11/06 21:11] < Aluno 1 > podemos dizer q o tratamento seria auxiliar e que futuros estudos com mais tempo e diferentes concentrações poderiam dar maiores conclusões, o objetivo do trabalho era verificar a ação do chá e essa foi verificada apesar de ser menos que com o omeprazol</p> <p>[06/11/06 21:12] < Aluno 2 > isso <i>Aluno 1</i></p> <p>[06/11/06 21:12] < Aluno 3 > eu acho q não foi o pH. Prefiro acreditar em alguma substância protetora presente no chá... como já foi observado em outros estudos em relação à úlcera.</p> <p>(..)</p> <p>[06/11/06 21:14] < Aluno 2 > ele foi o grupo q apresentou melhor resultados para as lesões e foi o q mais apresentou aumento no pH</p>
---	--

Tabela 40: Familiarização do aluno com a metodologia científica.

1	<p>[21/08/06 21:39] < Aluno 1 > com certeza a partir do nosso trabalho poderão surgir inúmeros outros (..)</p> <p>[21/08/06 21:40] < Aluno 2 > é, mas não precisamos responder tudo em um único estudo, só precisamos especificar bem o q estudamos para não sermos generalistas e informar equivocadamente as pessoas (..)</p> <p>[21/08/06 21:41] <Tutor> precisamos especificar a pergunta para poder responde-la. senão fica tanta variável...</p> <p>[21/08/06 21:41] < Aluno 1 > sim... percebi na aula d hoje...</p>
2	<p>[22/05/06 15:55] <Tutor> e o que faz de uma hipótese ser boa?</p> <p>[22/05/06 15:55] < Aluno 1 > os resultados seriam mais confiáveis (..)</p> <p>[22/05/06 15:56] < Aluno 2 > ela ser específica e bem delimitada</p> <p>[22/05/06 15:57] < Aluno 1 > uma hipótese é boa quando terá aplicabilidade tanto para novos estudos como diretamente na vida</p> <p>[22/05/06 15:57] < Aluno 2 > é... também isso ká! (..)</p> <p>[22/05/06 16:03] <Tutor> e se eu falasse que o monitor que está a frente de vcs será transformado em um cachorro pudle daqui a 500 anos. seria uma boa hipótese?</p> <p>[22/05/06 16:03] < Aluno 3 > baseado em que isso aconteceria?</p> <p>[22/05/06 16:04] <Aluno 4> não tem como saber disso!!</p> <p>[22/05/06 16:04] < Aluno 2 > acho q não...</p> <p>[22/05/06 16:04] < Aluno 1 > não, é que na natureza nada se cria tudo se transforma então os C da época do Dino são os mesmos que utilizamos hj, em ciclo (..)</p> <p>[22/05/06 16:04] <Tutor> mas nós temos como verificar esta hipótese?</p> <p>[22/05/06 16:05] < Aluno 2 > não (..)</p> <p>[22/05/06 16:05] <Tutor> entao é uma boa hipotese? (..)</p> <p>[22/05/06 16:07] < Aluno 1 > não é uma boa hipótese</p> <p>[22/05/06 16:07] <Tutor> e se mudássemos o tempo de 500 anos para 10 minutos?</p> <p>[22/05/06 16:07] <Tutor> seria uma boa hipotese?</p> <p>[22/05/06 16:08] < Aluno 4 > acredito q nao.. pelo menos nao do jeito que esta formulada (..)</p> <p>[22/05/06 16:08] <Tutor> mas não dá pra verificar? é só aguardar 10 min e tirar a prova</p> <p>[22/05/06 16:08] < Aluno 3 > se a mudança ocorresse sem que nós precisássemos fazer nada, bastaria esperar os 10 min p/ comprovar que isso não pode acontece, assim a hipótese seria negada</p> <p>[22/05/06 16:08] < Aluno 2 > não estou entendendo... (..)</p> <p>[22/05/06 16:09] <Tutor> hipotese: o monitor que está a frente de vcs irá se transformar em um pudle daqui 10 minutos. é uma boa hipotese? (a boa hipotese não é aquela certa somente)</p> <p>[22/05/06 16:09] < Aluno 1 > acho que o exemplo está muito complicado dando muita divagação</p> <p>[22/05/06 16:10] < Aluno 3 > acho q sim, pq como foi dito a boa hipótese é baseada numa pergunta inteligente e sua resposta pode ser sim ou não....nesse caso seria "não"</p> <p>[22/05/06 16:10] < Aluno 4 > a hipótese teria q ser diferente.. tipo: será que daqui 10 min alguns</p>

2	<p>átomos do computador farão parte de um cachorro pudle</p> <p>[22/05/06 16:10] < Aluno 2> sim, é uma boa hipótese</p> <p>[22/05/06 16:10] < Aluno 1> tá mas a pergunta não é inteligente</p> <p>(..)</p> <p>[22/05/06 16:11] <Tutor> o que é pergunta inteligente?</p> <p>(..)</p> <p>[22/05/06 16:12] < Aluno 2> é um pergunta q além de poder ser respondida é útil...</p> <p>(..)</p> <p>[22/05/06 16:13] <Tutor> as hipoteses podem trazer dados ainda não aceitos pela comunidade científica. não é a veracidade que invalida uma hipótese, mas a possibilidade de testá-la</p> <p>[22/05/06 16:13] < Aluno 2> ah...</p> <p>(..)</p> <p>[22/05/06 16:15] < Aluno 5> então uma boa hipótese tem que ser aquela capaz de ser testada?</p> <p>[22/05/06 16:15] <Aluno 2> ah... então entendi certo..</p> <p>[22/05/06 16:16] < Aluno 6> entendi</p> <p>[22/05/06 16:18] <Tutor> sim, o inteligente não se refere somente a aplicabilidade e coerência, mas a possibilidade de experimentação.</p> <p>[22/05/06 16:19] < Aluno 5> ah, ficou bem claro agora!!! hehehe</p>
3	<p>[03/10/06 10:49] <Tutor> a metodologia científica é imparcial?</p> <p>[03/10/06 10:49] < Aluno 1> deveria</p> <p>[03/10/06 10:49] < Aluno 2> eu acredito na halopatia, baseada em evidências</p> <p>[03/10/06 10:50] < Aluno 3> acredito q não</p> <p>[03/10/06 10:50] <Tutor> tem como ser imparcial?</p> <p>[03/10/06 10:50] < Aluno 4> eu acho q n</p> <p>[03/10/06 10:50] < Aluno 5> tb acho q n</p> <p>[03/10/06 10:50] < Aluno 1> sim</p> <p>[03/10/06 10:51] <Tutor> então por que usar a metodologia científica?</p> <p>[03/10/06 10:51] < Aluno 4> para tentar ser o mais imparcial possível</p> <p>[03/10/06 10:51] < Aluno 3> não, pois há o envolvimento do cientista</p> <p>[03/10/06 10:51] < Aluno 6> não, estamos sempre sujeitos a um ponto de vista, sobre a influência oscila, política e de muitos outros fatores....quase todos esses estudiosos afirmaram isso</p> <p>[03/10/06 10:51] < Aluno 1> justamente por que sem metodologia as coisas podem ficar parciais</p>

Tabela 41: Desenvolvimento de conhecimentos básicos e necessários à escrita de Projetos de Pesquisa.

1	<p>[13/11/06 19:36] < Aluno 1> para mim, a experiência da construção do projeto foi muito positiva, pois o projeto que escrevemos em metodologia não foi avaliado de forma mais detalhista ou crítico</p> <p>[13/11/06 19:37] < Aluno 2> e aquilo q aprendemos a ver o impacto das revistas.. foi simplesmente genial! achei o máximo!</p> <p>(..)</p> <p>[13/11/06 19:38] < Aluno 3> eh verdade, a elaboração dos projetos das duas cadeiras foi muito diferente</p> <p>[13/11/06 19:38] < Aluno 1> aham, foi muito interessante mesmo a parte do impacto das revistas, pois parece uma coisa simples, mas ninguém havia parado para nos mostrar onde</p>
---	--

	encontrar, o q realmente significava, apenas nos diziam "essa é uma revista de impacto!"
2	<p>[18/09/06 19:24] < Aluno 1 > é... e é bastante difícil pesquisar a metodologia, pois cada situação é uma!</p> <p>(..)</p> <p>[18/09/06 19:28] <Tutor> para montar a metodologia, podemos estabelecer alguns pontos: 1. qual é o problema? quais são os objetivos? como fazer para alcançar os objetivos? (metodologia)</p> <p>[18/09/06 19:29] <Tutor> vamos fazer a metodologia por partes...</p> <p>[18/09/06 19:29] < Aluno 1 > <i>Tutor!</i> encontramos dificuldade nos procedimentos quanto à dosagem a ser administrada ao ratinhos</p> <p>[18/09/06 19:29] <Tutor> como assim? o volume?</p> <p>[18/09/06 19:30] < Aluno 2 > paramos nos procedimentos da aula 9</p> <p>[18/09/06 19:30] <Aluno 3> isso</p> <p>[18/09/06 19:30] <Tutor> podemos usar aquele roteiro tb</p> <p>(..)</p> <p>[18/09/06 19:34] <Tutor> numa 1a vez (1o experimento) é normal surgirem dúvidas quanto à dosagem, por exemplo, massa de planta para fazer o chá, volume, frequência da administração... por isso, não se preocupem em definir uma massa ou volume que darão os melhores resultados (que ainda não temos)</p> <p>[18/09/06 19:35] < Aluno 1 > tah mas daí o projeto vai ficar incompleto!</p> <p>(..)</p> <p>[18/09/06 19:38] < Aluno 4 > acho q o <i>Tutor</i> tah dizendo q a gente pode testar com essa amostragem que tu encontrou Aluno 1 e aos poucos, conforme os resultados, vamos aperfeiçoando</p> <p>(..)</p> <p>[19:41] <Tutor> com isso, o que eu quis dizer é pra não se preocuparem com o volume, mas dar maior importância ao procedimento</p> <p>[18/09/06 19:41] < Aluno 1 > ok</p>

Tabela 42: Familiarizar o aluno com as publicações científicas e suas normas

1	<p>[28/08/06 19:55] < Aluno 1 > a revista em que o artigo foi publicado influencia bastante na qualidade do estudo, tem revistas que tem maior credibilidade com o público, mas nunca podemos acreditar 100 % no que lemos nessas publicações não científicas</p> <p>[28/08/06 19:55] < Aluno 2 > concordo plenamente Aluno 1</p> <p>[28/08/06 19:55] < Aluno 3 > ok</p> <p>[28/08/06 19:56] <Tutor> e nas publicações científicas? qual seria a % de credibilidade?</p> <p>[28/08/06 19:57] < Aluno 2 > ah... daí é maior... acho que 80 ou 90%</p> <p>[28/08/06 19:57] < Aluno 3 > dependeria do trabalho</p> <p>[28/08/06 19:57] < Aluno 2 > também</p> <p>[28/08/06 19:57] < Aluno 2 > da revista...</p> <p>[28/08/06 19:58] <Tutor> sem ler o trabalho, a credibilidade já é de 80-90%?</p> <p>(..)</p> <p>[28/08/06 19:59] <Tutor> então porque vcs "acreditam" mais em uma publicação dita "científica"?</p> <p>[28/08/06 19:59] < Aluno 2 > porque ela é feita com mais seriedade... precisar passar por uma revisão p/ser publicada...</p> <p>[28/08/06 19:59] < Aluno 3 > por que podemos analisar como foram obtidas aquelas informações</p> <p>[28/08/06 20:00] < Aluno 2 > é feita por pessoas mais qualificadas</p>
---	--

1	<p>(..)</p> <p>[28/08/06 20:01] < Aluno 1 > é analisada por um comitê de ética, normalmente envolve mais de um autor</p> <p>[28/08/06 20:01] < Aluno 4 > há revistas que revisam muito bem e não aceitam com erros..</p> <p>[28/08/06 20:01] < Aluno 4 > eu acho...</p> <p>[28/08/06 20:02] <Tutor> mas como podemos saber se a referagem foi bem feita?</p>
2	<p>[04/09/06 19:45] <Tutor> e como saber se este trabalho é bom?</p> <p>[04/09/06 19:46] < Aluno 1 > analisando criticamente ele... comparando com outros...</p> <p>[04/09/06 19:46] < Aluno 2 > deve ter boas referências, ter uma escrita coerente</p> <p>[04/09/06 19:46] < Aluno 3 > observando a metodologia, as referencias..</p> <p>[04/09/06 19:46] < Aluno 4 > concordo com as gurias</p> <p>[04/09/06 19:47] < Aluno 3 > analisar se o que diz no artigo eh coerente..</p>
3	<p>[04/09/06 20:17] < Aluno 1 > agora sim... é q não tinha visto q tinha os numerozinhos p/passar de página... desculpa (vergonha)</p> <p>[04/09/06 20:17] < Aluno 1 > Fator de Impacto: 30.927 (JCR-2005) /science</p> <p>(..)</p> <p>[04/09/06 20:18] < Aluno 1 > nature Fator de Impacto: 29.273 (JCR-2005)</p> <p>(..)</p> <p>[04/09/06 20:18] < Aluno 2 > achei umas q ã tem? pq?</p> <p>[04/09/06 20:19] <Tutor> já vamos comentar sobre isso, <i>Aluno 2</i>. boa observação.</p> <p>[04/09/06 20:19] <Aluno 1> mas eu não imaginava q a nature tivesse a área de linguística, letras e arte! que legal!</p> <p>(..)</p> <p>[04/09/06 20:20] <Tutor> por que a science é melhor?</p> <p>[04/09/06 20:20] < Aluno 2 > fator de impacto maior?</p> <p>[04/09/06 20:21] < Aluno 1 > parece melhor pois tem um fator de impacto maior</p> <p>[04/09/06 20:21] < Aluno 2 > se bem q é muito próximo!</p> <p>[04/09/06 20:21] <Tutor> o que as demais acham?</p> <p>(..)</p> <p>[04/09/06 20:22] <Tutor> vcs podem observar que há 3 casas depois da virgula para poder diferenciar melhor as publicações. 1 pto é bastante coisa, ou seja, a diferença entre elas é significativa</p> <p>[04/09/06 20:22] < Aluno 2 > é bem diferente do q comparar elas com a nutrition, por exemplo</p> <p>[04/09/06 20:23] < Aluno 3 > <i>Tutor</i>, adorei saber isso!!!</p>

4.7 Avaliação das disciplinas

A avaliação final de cada disciplina foi dividida em (1) Avaliação da disciplina; (2) Auto-avaliação, somente no 3º oferecimento do curso à distância; (3) Avaliação do material didático e (4) Análise crítica da disciplina (apêndices 10 e 11). Nestas avaliações foram apresentadas questões com asterisco para que os alunos as

comentassem (aqui sublinhadas). O número de alunos que respondeu às avaliações foi: $n_{\text{presencial}} = 76$ (turmas A – D); $n_{\text{distância}} = 28$ (turmas E¹, E², F, G).

4.7.1 Avaliação da disciplina

Nas tabelas 43 e 44 são apresentados resultados referentes à disciplina na modalidade presencial. Já nas tabelas 45 e 46 são apresentados resultados relativos à modalidade à distância. E na tabela 47 de ambas as modalidades. O número de questões presentes em cada avaliação sofreu mudanças ao longo dos oferecimentos. Dessa forma, são destacados, a seguir, o número de alunos que respondeu a cada afirmação e sua turma de origem.

Tabela 43: Avaliação da disciplina presencial.

Legenda: CF = concordo fortemente; C = concordo; I = indeciso ou indiferente; D = discordo; DF = discordo fortemente.

Afirmações aplicadas nas turmas A, B, C e D [n=76 (98% dos alunos)].						
Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
1	Esta disciplina favorece um amadurecimento do aluno à pesquisa.	65,7 ± 9,0	33 ± 7,8	0 ± 0	1,25 ± 2,5	-
2	Ficou claro o significado de Ciência.	26,2 ± 7,8	65,5 ± 8,9	3,2 ± 2,2	1,25 ± 2,5	-
3	Sua visão de Ciência foi alterada.	27,7 ± 5,0	40 ± 12,7	24,5 ± 7,3	3,7 ± 7,5	3,5 ± 4,7
4	Os assuntos abordados deixaram-no(a) mais crítico(a) quanto às informações e resultados.	63,0 ± 16,8	31,5 ± 16,9	5,25 ± 1,9	-	-
5	O uso de artigos científicos em uma disciplina curricular permite uma visão de ciência semelhante à obtida nesta disciplina.	15,0 ± 9,3	28,2 ± 24,8	10,7 ± 4,6	32,7 ± 9,6	11 ± 8,7

6	Esta disciplina desenvolveu conhecimentos básicos necessários à escrita de projetos de pesquisa.	$43,2 \pm 9,7$	$53,7 \pm 10,8$	1 ± 2	-	$1,25 \pm 2,5$
7	Esta disciplina familiarizou-o(a) com as publicações científicas.	$22,25 \pm 16,13$	$65,7 \pm 17,4$	$9,2 \pm 8,6$	$2,2 \pm 2,6$	-

Afirmações aplicadas na turma D [n=22 (100% da turma)].

Afirmção		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
8	A forma de ler uma publicação científica mudou após cursar esta disciplina.	36	50	14	0	0
9	Houve mudança na proposição de perguntas a serem investigadas experimentalmente.	18	41	27	14	0

Afirmções aplicadas nas turmas A, B, C e D [n=76 (98% dos alunos)].

Afirmção		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
10	As estratégias empregadas nesta disciplina foram apropriadas para obter os objetivos pretendidos.	$39,7 \pm 8,1$	$56,2 \pm 12,0$	1 ± 2	$1,25 \pm 2,5$	$1,25 \pm 2,5$
11	Os grupos de estudo e discussão auxiliaram a aprendizagem.	$44,7 \pm 9,2$	$49,2 \pm 6,5$	$3,5 \pm 4,3$	-	-
12	O curso seria melhor se fosse dado exclusivamente com aulas expositivas.	2 ± 4	-	$5,75 \pm 5,9$	24 ± 7	$68,2 \pm 6,1$
13	A carga horária da disciplina foi suficiente.	$25,0 \pm 18$	$52,7 \pm 12$	$4,5 \pm 3,7$	$14,7 \pm 10,4$	$2 \pm 2,3$
14	As atividades extra-classe auxiliaram no entendimento dos conteúdos.	$30,7 \pm 20,9$	$55,2 \pm 7,7$	$11 \pm 13,1$	$1,2 \pm 2,5$	$1,2 \pm 2,5$
15	Os prazos para entrega das atividades extra-classe foram adequados.	$18,5 \pm 9$	$50,7 \pm 7,1$	$11 \pm 11,6$	$14,7 \pm 7$	$4,5 \pm 5,2$
16	Os objetivos desta disciplina ficaram claros.	$44,7 \pm 6,8$	$51,7 \pm 7,2$	$1,2 \pm 2,5$	-	$1,2 \pm 2,5$
17	Houve sucesso na introdução das formas de fazer e divulgar ciência e nos procedimentos para obter	$31,5 \pm 12,2$	$52 \pm 11,7$	$7,2 \pm 9,3$	$3 \pm 3,8$	$1,2 \pm 2,5$

	financiamento.					
18	Esta disciplina permitiu uma progressiva autonomia intelectual.	$30,5 \pm 11,6$	$58,5 \pm 18,3$	$8,2 \pm 9,1$	-	$1,2 \pm 2,5$
19	Você se sentiu motivado com os assuntos abordados.	$31,2 \pm 16,5$	$51,7 \pm 14,3$	$14 \pm 4,3$	-	$1,2 \pm 2,5$
Afirmações aplicadas nas turmas A, B, C e D [n=76 (98% dos alunos)].						
	Afirmação	CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
20	Os professores motivaram-no ao aprendizado.	$55,5 \pm 29,2$	$40,5 \pm 23,4$	4 ± 8	-	-
21	Você se sentiu à vontade para expor suas dúvidas.	$54 \pm 15,2$	$37,7 \pm 11,3$	$8 \pm 5,9$	-	-
22	No final de cada aula suas dúvidas foram esclarecidas.	$45,2 \pm 17,8$	$45,2 \pm 20,2$	$7 \pm 6,8$	-	-
23	As aulas na Sala Multimídia foram proveitosas.	$27,7 \pm 2,2$	$38,7 \pm 14,9$	$17,7 \pm 9,2$	$5,7 \pm 4,6$	$3,2 \pm 3,9$
24	Esta disciplina atingiu as suas expectativas.	$47,7 \pm 7,4$	$48,5 \pm 3,7$	$2,2 \pm 2,6$	-	$1,2 \pm 2,5$
25	Seu interesse pelo estudo científico foi aumentado.	$39,2 \pm 5,6$	$27,2 \pm 8,9$	$29,5 \pm 5,6$	2 ± 4	1 ± 2
26	Seria conveniente aprofundar seus conhecimentos em Ciência em uma disciplina adicional.	$26,0 \pm 10,7$	$27,0 \pm 3,2$	$33,5 \pm 12,3$	$9,5 \pm 6,8$	1 ± 2
27	Você recomendaria esta disciplina para seus colegas.	$65,7 \pm 5,1$	$33 \pm 2,7$	-	$1,2 \pm 2,5$	-
28	Há continuidade entre os assuntos.	$29,5 \pm 7,2$	$63 \pm 4,3$	$3,2 \pm 2,2$	$2,2 \pm 2,6$	-
29	Seus conhecimentos anteriores foram suficientes para acompanhar esta disciplina.	$50 \pm 19,1$	$39,2 \pm 17$	$5,2 \pm 1,9$	$3,2 \pm 2,2$	$1,2 \pm 2,5$
30	Esta disciplina é importante na sua formação.	$70,2 \pm 17,4$	$25,5 \pm 19,7$	$2,5 \pm 5$	-	$1,2 \pm 2,5$
31	Os conteúdos abordados têm relação com a sua formação.	$56,2 \pm 9,5$	$40,2 \pm 5,9$	$3,5 \pm 7$	-	-
32	Esta disciplina contribui a uma formação científica.	$69,5 \pm 6,7$	$28,5 \pm 6,5$	$1,2 \pm 2,5$	-	-
33	Esta disciplina é importante na formação de qualquer graduando.	$60,2 \pm 7,9$	$20,5 \pm 6,9$	$7 \pm 5,9$	$5 \pm 3,9$	$5,2 \pm 3,8$

Afirmação aplicada na turma G [n=7 (100% dos alunos)].

Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
2	Há diferença entre o conhecimento científico e o conhecimento de senso comum	86	14	-	-	-

Afirmações aplicadas nas turmas E¹, E², F, G [n=28 (100% dos alunos)].

Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
3	Ficou claro o significado de Ciência.	39,5 ± 22,1	56,7 ± 20,8	3,5 ± 7	-	-
4	Sua visão de Ciência foi alterada.	52,5 ± 18,3	41,7 ± 18,3	2,7 ± 5,5	2,7 ± 5,5	-
5	Os assuntos abordados deixaram-no(a) mais crítico(a) quanto às informações e resultados.	73 ± 23,5	26,7 ± 23,5	-	-	-

Afirmações aplicadas nas turmas E², F [n=14 (100% dos alunos)].

Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
6	O uso de artigos científicos em uma disciplina curricular permite uma visão de ciência semelhante à obtida nesta disciplina.	31 ± 12,7	21 ± 1,4	31 ± 12,7	5,5 ± 7,7	-
7	Esta disciplina desenvolveu conhecimentos básicos necessários à escrita de projetos de pesquisa.	78 ± 31,1	22 ± 31,1	-	-	-
8	Esta disciplina familiarizou-o(a) com as publicações científicas.	43,7 ± 13,0	49,5 ± 14,4	6,2 ± 7,3	-	-

Afirmações aplicadas na turma G [n=7 (100% dos alunos)].

Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
9	A forma de ler uma publicação científica mudou após cursar esta disciplina.	43	43	14	-	-
10	A forma de ler qualquer publicação mudou após cursar esta disciplina	43	43	14	-	-

Afirmção aplicada nas turmas E¹, E², F, G [n=28 (100% dos alunos)].

Afirmção		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
11	As estratégias empregadas nesta disciplina foram apropriadas para obter os objetivos pretendidos.	21,7 ± 18,2	60,2 ± 24,1	10,7 ± 21,5	3,5 ± 7	3,5 ± 7

Afirmção aplicada nas turmas E¹, E², F [n=21 (100% dos alunos)].

Afirmção		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
12	É melhor ler o conteúdo da aula antes de começá-la	66 ± 5,5	33,6 ± 6	-	-	-

Afirmção aplicada nas turmas E¹, E², F, G [n=28 (100% dos alunos)].

Afirmção		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
13	É melhor ler o conteúdo e fazer os exercícios da aula antes de começá-la	23,2 ± 13,4	17 ± 18,3	21,2 ± 17,5	38 ± 13,2	-

Afirmção aplicada nas turmas E¹, E², F [n=21 (100% dos alunos)].

Afirmção		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
14	É melhor ler o conteúdo e fazer os exercícios durante a aula.	15 ± 4,5	31,3 ± 17,6	30,6 ± 12,2	11,3 ± 10,2	7,3 ± 12,7

Afirmção aplicada nas turmas F, G [n=16 (100% dos alunos)].

Afirmção		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
15	O curso seria melhor se fosse dividido em 2 dias por semana (1h30 cada)	19,5 ± 12	18 ± 5,6	25 ± 4,2	16,5 ± 23,3	19,5 ± 12

Afirmções aplicadas nas turmas E¹, E², F, G [n=28 (100% dos alunos)].

Afirmção		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
16	Os grupos de estudo no fórum auxiliaram a aprendizagem	18,6 ± 4,1	52,6 ± 28,3	18 ± 20,3	6,6 ± 11,5	3,6 ± 6,3
17	As discussões no chat auxiliaram a aprendizagem.	64,2 ± 24,4	24,5 ± 4,1	7 ± 14	3,5 ± 7	-
18	A plataforma é de fácil utilização.	35,2 ± 14,2	44,5 ± 16,3	3,5 ± 7	16,2 ± 20,6	-

Afirmação aplicada nas turmas E¹, E², F [n=21 (100% dos alunos)].

Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
19	A maior dificuldade encontrada foi a adaptação ao Ensino à distância.	36,6 ± 20,4	28,3 ± 12,7	15 ± 4,6	15,6 ± 16,5	3,6 ± 6,3

Afirmações aplicadas nas turmas E¹, E², F, G [n=28 (100% dos alunos)].

Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
20	A carga horária da disciplina foi suficiente.	23 ± 14,2	57,5 ± 23,7	5 ± 10	10,7 ± 21,4	3,5 ± 7
21	O tempo destinado a cada aula (não ao curso) foi apropriado.	12 ± 8,4	67,5 ± 13	7,7 ± 9,6	12,5 ± 14,6	-
22	As atividades extra-classe auxiliaram no entendimento dos conteúdos.	31 ± 23,6	58,2 ± 20,0	7 ± 8	-	3,5 ± 7
23	Os prazos para entrega das atividades extra-classe foram adequados.	14,5 ± 20,7	60,2 ± 35,8	7 ± 8	17,7 ± 26,9	-
24	Os objetivos desta disciplina ficaram claros.	26,5 ± 13	69,7 ± 15,5	-	-	-
25	Houve sucesso na introdução das formas de fazer e divulgar ciência	32,2 ± 5,6	60,2 ± 4,7	3,5 ± 7	-	-

Afirmação aplicada na turma E² [n=5 (100% dos alunos)].

Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
26	Houve sucesso na introdução dos procedimentos para obter financiamento	40	40	20	-	-

Afirmações aplicadas nas turmas E¹, E², F, G [n=28 (100% dos alunos)].

Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
27	Esta disciplina permitiu uma progressiva autonomia intelectual.	31,5 ± 13,5	54,5 ± 13,4	13,2 ± 11,5	-	-
28	Você se sentiu motivado com os assuntos abordados.	33,2 ± 32	50,2 ± 23,6	12,5 ± 14,6	3,5 ± 7	-
29	Os professores motivaram-no ao aprendizado.	36,5 ± 19,9	56,2 ± 21	-	-	-

Afirmações aplicadas nas turmas E¹, E², F, G [n=28 (100% dos alunos)].

Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
30	Você se sentiu à vontade para expor suas dúvidas.	36,0 ± 29,8	53,7 ± 23,2	6,2 ± 7,3	3,5 ± 7	-
31	No final de cada aula suas dúvidas foram esclarecidas.	27 ± 16,8	58,5 ± 24,9	7 ± 8	3,5 ± 7	3,5 ± 7
32	Esta disciplina atingiu as suas expectativas.	19 ± 16,7	57,5 ± 11,5	19,5 ± 13,3	3,5 ± 7	-
33	Seu interesse pelo estudo científico foi aumentado.	36 ± 6,7	58 ± 11,1	5,5 ± 11	-	-
34	Seria conveniente aprofundar seus conhecimentos em Ciência em uma disciplina adicional.	46 ± 7,5	22 ± 14,5	31,5 ± 13,5	-	-
35	Você recomendaria esta disciplina para seus colegas.	36 ± 25,4	60,2 ± 22	-	3,5 ± 7	-
37	Há continuidade entre os assuntos.	26 ± 18,4	65,2 ± 15,7	5 ± 10	3,5 ± 7	0 = 0

Afirmações aplicadas na turma E² [n=5 (100% dos alunos)].

Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
36	Você refaria esta disciplina (se fosse possível voltar no tempo)	60	40	-	-	-
38	O módulo 2 usa os conhecimentos obtidos no módulo 1.	60	40	-	-	-

Afirmações aplicadas nas turmas E¹, E², F, G [n=28 (100% dos alunos)].

Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
39	Seus conhecimentos anteriores foram suficientes para acompanhar esta disciplina.	22,5 ± 12,2	46,7 ± 14,4	13,2 ± 11,5	16,7 ± 13,7	-
40	Esta disciplina é importante na sua formação.	52,5 ± 18,3	47,5 ± 18,3	-	-	-
41	Os conteúdos abordados têm relação com a sua formação.	50,2 ± 14,9	43,2 ± 10	2,7 ± 5,5	3,5 ± 7	-
42	Esta disciplina contribui a uma formação científica.	63,7 ± 30,0	35,7 ± 29,7	-	-	-

43	Esta disciplina é importante na formação de qualquer graduando.	39,7 ± 29,4	41,7 ± 18,4	11,7 ± 15,6	-	-
----	---	-------------	-------------	-------------	---	---

No 2º oferecimento da disciplina à distância foi sugerida a inclusão de aulas que trabalhassem a história da ciência. Não houve sugestão de retirada de conteúdo em nenhum dos oferecimentos. No terceiro oferecimento foi sugerido o uso de artigos em português, apenas, nas atividades extraclasse.

Tabela 46: Afirmação 44 da avaliação da disciplina à distância.

Afirmações aplicadas nas turmas E ¹ , E ² , F, G. [n=28 (100% dos alunos)].					
Afirmação		Mantida como está (%)	Ampliada (%)	Reduzida (%)	Excluída (%)
44	Você acredita que esta disciplina deva ser	51,5 ± 31,4	41,2 ± 32,1	7 ± 14	-

Tabela 47: Média aritmética das notas dadas pelos alunos para a disciplina (0-10).

Turma	A (n=13)	B (n=19)	C (n=22)	D (n=22)	E ¹ (n=7)	E ² (n=5)	F (n=9)	G (n=7)
Média (0 - 10)	8,8	8,2	8,7	9,0	8,6	9,1	8,8	7,7
n respostas	98% dos alunos				100% dos alunos			

4.7.1.1 Afirmações comentadas

A seguir são apresentadas, em categorias, as respostas apresentadas pelos alunos às afirmações destacadas na avaliação da disciplina (tabelas 43 e 45). Muitos deles não evidenciaram o item, preferindo apresentar somente sua análise crítica da disciplina.

Tabela 48: Sua visão de ciência foi alterada (afirmações 3 e 4 das tabelas 43 e 45, respectivamente).

Categorias de comentários	C – D (%)	F – G (%)
Foi ampliada / ficou mais completa	56,5 ± 16,2	50,5 ± 9,2
Sim, pois não sabia o que era Ciência antes	11 ± 9,9	-
Sim, principalmente quanto ao senso crítico e metodologia científica	6,5 ± 3,5	19,5 ± 12
Sim, consegui distinguir Ciência de Senso Comum	2 ± 2	-
Sim, pois ajudou a organizar idéias	4 ± 0	-
A Ciência não é verdade absoluta, é mutável.	2 ± 2	-

Tabela 49: A forma de ler uma publicação científica mudou após cursar esta disciplina (Afirmação 8 e 9 das tabelas 43 e 45, respectivamente).

Categorias de comentários	D (%)	G (%)
Ficou muito mais crítica	36	-
Foi melhorada	32	-
Antes não lia a metodologia	9	-
Melhorou a análise lógica e argumentação	4	-
Tomei ciência de detalhes importantes num trabalho	9	-

Tabela 50: Houve mudança na proposição de perguntas a serem investigadas experimentalmente (Afirmação 9 da tabela 43) (turma D, n=22).

Categorias de comentários	(%)
Restringir o problema	9
Sim, pois aumentou o número de possibilidades de tentar responder um problema	4
Essa mudança aconteceu na iniciação científica	9

4.7.2 Auto – avaliação (turma G)

Tabela 51: Auto-avaliação (n=7, 100% dos alunos). Legenda: CF = concordo fortemente; C = concordo; I = indeciso ou indiferente; D = discordo; DF = discordo fortemente.

Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
45	Li o programa da disciplina antes de iniciá-la	28	57	-	14	-
46	Li o programa da disciplina durante a mesma	-	43	-	28	28
47	Li o conteúdo da aula e fiz as atividades propostas	14	86	-	-	-
48	Participei efetivamente nas discussões (<i>chat</i>)	57	28	14	-	-
49	Tirei as dúvidas sempre que apareciam	28	71	-	-	-
50	Esta disciplina mudou a minha concepção sobre Ensino à Distância.	28	28	14	14	14

4.7.3 Avaliação do Material Didático.

As tabelas 52 e 53 mostram os resultados obtidos, respectivamente, nas modalidades presencial e à distância.

Tabela 52: Avaliação do material didático, turmas presenciais.

CF = concordo fortemente; C = concordo; I = indeciso ou indiferente; D = discordo;

DF = discordo fortemente

Afirmação aplicada nas turmas A, B, C, e D [n=76 (98% dos alunos)].						
Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
35	Aula 1: O texto é claro e os exercícios complementam a leitura.	39,7 ± 16,5	48,5 ± 13,1	7,7 ± 2,6	2,2 ± 2,6	-

Afirmação aplicada nas turmas B, C, e D. [n=63 (100% dos alunos)].						
Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
36	Aula 2: O texto é claro e os exercícios complementam a leitura.	25,2 ± 5,8	51,6 ± 24,9	7,6 ± 5,5	13,6 ± 23,6	1,6 ± 2,8
Afirmação aplicada nas turmas A, B, C, e D. [n=76 (98% dos alunos)].						
Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
37	Aula 3: O roteiro foi eficiente na apresentação da metodologia científica e os exercícios complementam a leitura	38,7 ± 16,3	50,2 ± 10,2	4,5 ± 3,7	4,7 ± 6,6	-
Afirmação aplicada na turma D. [n=22 (100% dos alunos)].						
Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
38	Aula 3: O experimento das caixas foi bem sucedido na diferenciação entre observação e interpretação	59	32	9	-	-
Afirmação aplicada nas turmas A, B, C, e D. [n=76 (98% dos alunos)].						
Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
39	Aula 4: Os textos foram bem escolhidos.	27 ± 3,7	57,5 ± 5	9,5 ± 4,5	3,2 ± 3,9	1 ± 2
Afirmação aplicada nas turmas A, C, e D [n=58 (98% dos alunos)].						
Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
40	Aula 4: Os exercícios possibilitam a diferenciação entre os textos .	36,7 ± 8	58 ± 10,4	2,2 ± 2,3	2,6 ± 4,6	-
Afirmação aplicada nas turmas A, B, C, e D [n=76 (98% dos alunos)].						
Afirmação		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
41	Aula 5: O texto é claro e os exercícios complementam a leitura.	35,2 ± 6,5	54 ± 3,7	4 ± 8	5,5 ± 4	-
42	Aula 6: Os exercícios possibilitaram a diferenciação e o uso da dedução e da indução.	18,7 ± 10,3	58,7 ± 4,1	9 ± 4,1	6,7 ± 5,8	1,2 ± 2,5
43	Aula 7: O exercício proposto em sala foi eficiente na apresentação do assunto referagem.	40,2 ± 16,5	45 ± 15,7	5 ± 7,5	8 ± 10,2	-

44	Aula 8: Ficou claro a necessidade da especificação do problema a ser investigado cientificamente.	51,2 ± 7,1	44,7 ± 6	1,2 ± 2,5	2,2 ± 2,6	-
Afirmção aplicada nas turmas B e C [n=41 (100% dos alunos)].						
	Afirmção	CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
45	Aula 8: A exposição e a discussão do conteúdo foi eficiente.	19,5 ± 4,9	52 ± 15,5	16 ± 15,5	12,5 ± 4,9	-
Afirmção aplicada na turma D [n=22 (100% dos alunos)].						
	Afirmção	CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
46	Aula 9: A exposição e a discussão sobre a Evolução da Ciência foram eficientes	54	32	4	-	4
Afirmções aplicadas nas turmas A, B, C, e D [n=76 (98% dos alunos)].						
	Afirmção	CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
47	Aula 10: A revisão bibliográfica foi facilitada após esta aula.	34,7 ± 4,8	36,5 ± 9,5	23,7 ± 15,2	2,2 ± 2,6	1,2 ± 2,5
48	Aula 11: O desenvolvimento da metodologia foi facilitado após esta aula.	24,2 ± 8,4	62,7 ± 7,8	10,5 ± 3,7	1 ± 2	-
Afirmção aplicada nas turmas A, C, e D [n=58 (98% dos alunos)].						
	Afirmção	CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
49	Aula 12: A apresentação oral melhorou a escrita do projeto.	39,6 ± 4,7	44 ± 7,2	10,3 ± 3,2	-	1,3 ± 2,3
50	Aula 12: Assistir a apresentação oral dos grupos estimulou a minha capacidade de análise crítica.	35,3 ± 3	47 ± 11,5	13,3 ± 8,3	1,3 ± 2,3	-
51	Aula 13: O conhecimento sobre financiamentos de pesquisas foi aumentado	30,6 ± 17,7	44,6 ± 14,8	20 ± 5,2	2,6 ± 2,3	-
52	Aula 14: Foi interessante analisar os resultados sugeridos ao meu projeto.	28,6 ± 6,6	32,3 ± 16,2	16,3 ± 9,7	-	-

Tabela 53: Avaliação do material didático, turmas E – G (n=28).

CF = concordo fortemente; C = concordo; I = indeciso ou indiferente; D = discordo;

DF = discordo fortemente.

Afirmção aplicada nas turmas E¹, F e G [n=23 (100% dos alunos)].						
Afirmção		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
51	Aula 1: O texto é claro e os exercícios complementam a leitura.	45,3 ± 20,2	54,6 ± 20,2	-	-	-
52	Aula 2: O texto é claro e os exercícios complementam a leitura.	45,3 ± 20,2	49,6 ± 25,6	4,6 ± 8	-	-
53	Aula 3: O roteiro foi eficiente na apresentação da metodologia científica e os exercícios complementam a leitura	45,3 ± 20,2	49,6 ± 25,6	4,6 ± 8	-	-
54	Aula 4: Os textos foram bem escolhidos.	44,3 ± 12	41,3 ± 26,5	4,6 ± 8	9,3 ± 16,1	-
Afirmção aplicada nas turmas F e G [n=16 (100% dos alunos)].						
Afirmção		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
55	Aula 4: Os exercícios possibilitam a diferenciação entre os textos .	49,5 ± 9,2	29 ± 21,2	14 ± 14	7 ± 7	-
56	Aula 5: O texto é claro e os exercícios complementam a leitura.	38 ± 7	55 ± 16,9	-	7 ± 7	-
58	Aula 5: Os exercícios possibilitaram a diferenciação e o uso da dedução e indução e os exercícios complementaram a leitura.	25 ± 4,2	55 ± 16,9	7 ± 7	12,5 ± 2,1	-
Afirmção aplicada na turma E¹ [n=7 (100% dos alunos)].						
Afirmção		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
57	Aula 5: O texto é claro, o roteiro foi eficiente na análise dos resultados experimentais, na apresentação da dedução e da indução e os exercícios complementam a leitura.	57	43	-	-	-

Afirmção aplicada nas turmas E², F e G. [n=21 (100% dos alunos)].						
Afirmção		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
59	Aula 6: O exercício proposto em sala foi eficiente na apresentação do assunto referagem.	37,3 ± 8,3	51 ± 9,5	6,6 ± 11,5	4,6 ± 8	-
Afirmção aplicada nas turmas E² e F [n=13 (100% dos alunos)].						
Afirmção		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
60	Aula 7: Ficou claro a necessidade da especificação do problema a ser investigado cientificamente.	49 ± 41	51 ± 41	-	-	-
61	Aula 8: A revisão bibliográfica foi facilitada após esta aula.	36,5 ± 4,9	58 ± 2,8	5,5 ± 5,5	-	-
62	Aula 9: O desenvolvimento da metodologia foi facilitado após esta aula.	26,5 ± 9,2	73,5 ± 9,2	-	-	-
63	Aula 10: A apresentação oral melhorou a escrita do projeto (vídeo-conferência).	42 ± 2,8	42 ± 2,8	15,5 ± 6,3	-	-
Afirmção aplicada na turma F [n=9 (100% dos alunos)].						
Afirmção		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
64	Aula 10: Assistir a apresentação oral dos grupos estimulou a minha capacidade de análise crítica	44	33	22	-	-
Afirmção aplicada na turma E² [n=5 (100% dos alunos)].						
Afirmção		CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)
65	Aula 11: O conhecimento sobre financiamentos de pesquisas foi aumentado	60	40	0	0	0
66	Aula 12: Foi interessante analisar os resultados sugeridos ao meu projeto.	60	40	0	0	0

4.7.4 Análise crítica da disciplina (depoimentos espontâneos).

Na tabela 54 são apresentados exemplos de comentários escritos na avaliação final de todas as disciplinas.

Tabela 54: Exemplos representativos de comentários espontâneos apresentados na avaliação final da disciplina.

1ª turma – curso presencial	
1	“A atividade III foi interessante, pois na hora de analisar o texto escrito por outra pessoa, aprendi uma forma de analisar o meu”.
2	“O curso superou minhas expectativas; supriu necessidades em termos de maturidade científica que em minhas IC’s não obtive”.
3	“A disciplina em si é muito semelhante em conteúdo com “metodologia científica”, entretanto a maneira menos expositiva tornou Introdução à Ciência mais agradável e eficiente”.
2ª turma – curso presencial	
4	“Esta é uma disciplina fundamental para o desenvolvimento do pensamento científico”.
5	“Curso excelente, me ajudou a ter visão crítica, hoje posso ler um artigo com maior visão crítica”.
3ª turma – curso presencial	
6	“A disciplina promoveu um certo amadurecimento na forma de obter e interpretar informações, permitindo uma visão mais crítica”.
7	“Achei a QBQ2006 de extrema importância para o nosso amadurecimento profissional”.
8	(...) “hoje eu vejo um artigo criticamente, enquanto antes simplesmente lia e acreditava em tudo que estava escrito” (...).
9	“Comecei esse curso com uma visão errada sobre ciência, não gostando de ciência – pois pra mim, era resumida em “ficar trancado em um laboratório”, sem interesse em seguir carreira acadêmica ou alguma iniciação. Depois do curso, mudei meu conceito de ciência, me interessei muito mais por ela, aprendi a ser muito mais crítica, me interessei em fazer iniciação, e uma mudança importante, mudou muito a minha visão a respeito de ser professora ao ficar em contato com tamanha dedicação e carinho que os professores demonstraram neste curso. O interessante é que no 1º semestre tivemos uma disciplina que o trabalho era analisar um artigo científico e criticá-lo. Meu pensamento foi: “quem sou eu pra criticar um artigo? Se foi publicado é porque é bom!” Que ingênua eu era!!!”.

3ª turma – curso presencial	
10	Fiquei até emocionada (olha a imparcialidade) quando recebemos os resultados da nossa pesquisa. Deu uma curiosidade incrível.
4ª turma – curso presencial	
11	(...) essa disciplina auxilia e complementa os aprendizados adquiridos na iniciação científica.
12	(...) quando agente começa a fazer IC temos um contato brusco com ciência e procedimentos de uma maneira que não conseguimos ser críticos, apenas aceitamos. Lamento muito não ter feito esta disciplina bem antes, pois teriam sido muito melhores as minhas pesquisas.
13	Essa disciplina é essencial a uma formação científica.
14	Sempre aceitava o que me diziam, mas depois das aulas comecei a questionar tudo (alguns acham que até demais). Eu acho que nunca tinha lido uma publicação científica antes, mas a disciplina me ajudou a direcionar a leitura.
15	Essa disciplina desenvolveu meu senso crítico e, portanto, aumentou a minha autonomia.
1ª turma – curso à distância.	
16	ainda não me sinto totalmente segura quanto a pensamento e criticidade científica, mas com certeza muito mais avançada do antes da disciplina
17	Agora quando tenho que procurar artigos para fazer algum trabalho p/ a faculdade sempre analiso em que revista foi publicada, o ano das publicações que estão na referência, quem escreveu e de que tipo é o estudo.
18	(...) o momento de discussão no chat foi o de maior aprendizado, pois as discussões eram riquíssimas, cada uma dava uma opinião diferente, trazia uma dúvida diferente e com isso obtive muitos conhecimentos e informações novas.
19	Acho que seria muito importante todos os alunos de graduação fazerem, pois sinto que nos diferenciamos do restante da turma.
20	(...) essa disciplina foi um grande desafio pessoal, mas que com certeza valeu muito a pena! Aprendi muita coisa! Tanto em relação à minha formação acadêmica quanto em relação à minha formação pessoal. Sentirei falta dos nossos encontros!
21	Acho que saímos muuuito mais críticos dessa disciplina. O conhecimento que ela me deu me estimulou pra correr atrás de um estágio em laboratório. To adorando ler artigos e principalmente, conseguir apontar os erros dele.
2ª turma – curso à distância.	
22	Creio que após a disciplina a nossa visão de ciência ampliou-se bastante (...) estimulando a visão crítica do aluno. (...) foi possível ver um progresso no entendimento dos assuntos por nossa parte, e acredito que com a bagagem adquirida durante o curso os alunos construíram uma visão crítica quanto às informações e resultados apresentados bastante satisfatória.

23	Os conhecimentos adquiridos nos acompanharão para o resto da faculdade e continuarão a ser utilizados em nossa vida profissional, além do senso crítico desenvolvido, q estará presente em diversas situações, inclusive nas não profissionais.
24	O curso como um todo foi muito bom e supriu um buraco curricular deixado pela disciplina de metodologia científica que nós temos aqui na Fundação.
3ª turma -curso à distância.	
25	Agora consigo analisar melhor os dados de uma pesquisa e consigo também classificar uma conclusão como correta ou incorreta, partindo das premissas apresentadas. Agora consigo identificar quando um resumo é ruim ou quando uma introdução não condiz com o artigo. Sei identificar conclusões corretas que partem de premissas sem adição desnecessária.
26	(...) para quem cursa medicina é praticamente impossível atender a tantas exigências e tarefas já que já temos uma carga horária gigante.
27	Muitas vezes nossa capacidade de interpretar os textos era insuficiente para diagnosticar determinadas minúcias da matéria e o assunto se estendia por vários e vários minutos até que alguém “adivinhou” o que Ele queria, ou seja, em situações como essa, cabe ao Professor interferir e explicar o assunto.
28	O fato de seguir critérios para uma avaliação fez mudar a forma de ler uma publicação.
29	Tive muita dificuldade com o fato de se fazer exercícios antes de ter uma aula explicando o que deveria ser feito principalmente pela falta de tempo, o que dificulta muito, mesmo que o objetivo fosse alcançado posteriormente.
30	Muitos dos assuntos abordados tinham a ver com Nutrição e eles foram mostrados de um ponto de vista mais crítico, analisando questões que antes eu não me preocupava em questionar.
31	A discussão nos chats ajudou muito para perceber vários pontos de vista diferentes sobre uma mesma situação e as tarefas a distancia me permitiam realiza-las em horários flexíveis do que se fosse em sala de aula.
32	Eu não tive outras experiências com ensino a distancia, mas se forem no mínimo como esta disciplina e um método muito bom de aprendizagem.
33	(...) a forma como leio artigos e publicações foi profundamente modificada. Há detalhes que não são percebidos pelo público em geral, mas podem alterar significativamente o caráter das informações apresentadas. A capacidade de contestar e pensar criticamente a respeito das produções foram habilidades que, felizmente, pude também desenvolver.
3ª turma -curso à distância.	
34	(...) embora inicialmente eu estivesse desgostoso com essa forma de ensino, o progresso do curso permitiu-me rever os conceitos e reconhecer as suas vantagens. A maior interação, cobrança e “personalização” das aulas foram muito gratificantes. Toda dúvida pode ser solucionada no instante em que aparece, facilitando o aprendizado.

4.8 Atividades extraclasse

As atividades extraclasse além de complementar os conteúdos trabalhados em aula, representaram mais uma possibilidade de exercício às habilidades e familiarização dos alunos com os assuntos pretendidos nas mesmas, de relevância científica.

Naturalmente, os alunos cometeram alguns erros na sua realização. Ainda mais que a disciplina não só possibilitava o aprendizado de novos conhecimentos, mas introduzia maneiras, muitas vezes novas, na forma de se trabalhar com informações e questões científicas. Eventuais erros foram discutidos uma semana após a entrega da atividade com todo o grupo, possibilitando mais uma abordagem em torno do assunto trabalhado.

Os resultados obtidos nas atividades extraclasse foram muito satisfatórios (dados não mostrados) e possibilitam sugerir sucesso no alcance aos objetivos pretendidos.

4.9 Programa de Avaliação das Disciplinas do Instituto de Química (PADIQ)

Nos anexos 5, 6 e 7 estão apresentados os resultados obtidos no PADIQ para o 2º, 3º e 4º cursos presenciais da disciplina QBQ2006 Introdução à Ciência.

4.10 Análise do sucesso no alcance aos objetivos propostos

A seguir (tabelas 55-59) estão apresentadas as respostas mais representativas do conjunto obtido com a realização da atividade de diferenciação dos alunos que fizeram o curso Introdução à Ciência daqueles que não o fizeram (Apêndice L). Esta foi aplicada à turma 2006, período manhã, de Nutrição da Universidade de São Paulo. 27 alunas participaram da atividade, sendo que 16 delas cursaram a disciplina.

1ª parte da atividade da atividade.

Tabela 55: Quais são os pontos positivos e negativos do texto “Alimentos podem apimentar romance”?

Fizeram a disciplina	Não fizeram a disciplina
1. “Positivos: fornece informações da composição de alimentos (alguns). Ex: tomate (licopeno). Chama a atenção do leitor para o “poder” dos alimentos. Negativos: induz o leitor a chegar a uma conclusão equivocada, não tem referências (da onde ele tirou as informações da tabela?), não tem trabalhos científicos que comprovem a informação dada”.	3. “Pontos positivos: o tema é bastante interessante. Além disso, foi publicado próximo ao dia dos namorados, o que chama a atenção para o assunto. São apresentados muitos alimentos. Pontos negativos: não são citadas as fontes científicas a que o autor se refere, o que faz o texto perder credibilidade, e assim, a minha vontade de ler. Além disso, o texto não parece muito bem escrito”.
2. “Positivo: texto informativo. Negativo: dá a impressão de que todos os alimentos são eficazes com relação ao apetite sexual. No entanto, não se sabe quanto é necessário para que seja realmente bom (quantas frutas? Quais frutas?). Além disso, o texto não se preocupa com	4. “Positivos: explicação de caráter científico ao leitor (uso de termos como “antioxidante”, “função vasodilatadora”, “L-arginina”, “licopeno...”), que cria uma certa credibilidade. O texto lembra ao leitor que pontos como parceiro certo, música, ambiente são fundamentais para o romance. O alimento não é mágico. Negativos: uso de termos fantasiosos, de apelo popular, como “comida sexy”, que tira parte da credibilidade do texto,

outros fatores da saúde, uma vez que alguns alimentos podem ser contra-indicados para muitas pessoas”.	ausência da origem de tais “estudos científicos” que garantem a propriedade afrodisíaca dos alimentos”.
	5. “Os pontos positivos são das informações fornecidas pelo texto sobre cada alimento citado e o que cada um deles pode fornecer na relação sexual, além da veracidade desses dados, ressalta que nada disso funciona se outros fatores não contribuírem. Pontos negativos: são a não citação de como esses alimentos podem ter seu efeito proposto, e em que quantidade e como devem ser consumidos para um bom resultado”.

Tabela 56: Esse trabalho pode ser categorizado como: (1) artigo original, (2) artigo de revisão, (3) divulgação científica ou (4) não se enquadra nestas categorias? Que critérios foram usados para essa escolha?

Fizeram a disciplina	Não fizeram a disciplina
1. “(4) não se enquadra nestas categorias. Critérios: artigo original: informação <u>nova</u> sobre determinado assunto; artigo de revisão: uma coleta dos dados, já existentes, sobre determinado assunto; divulgação científica: apresentação de um achado científico em uma revista especializada. Todos com embasamento científico e com referências”.	4. “(4) não se enquadra nestas categorias. O artigo apenas cita a existência de alimentos com potencial afrodisíaco enumerando alguns deles e tenta dar dicas ao leitor de como se atingir um melhor desempenho sexual, não cita referências científicas e bibliográficas”.
2. “(4) não se enquadra nessas categorias. Critérios: formato do texto, apresentação dos dados, apresentação de resultados, referências”.	5. “(4) não se enquadra nessas categorias, pois o trabalho não apresenta informações científicas”.
3. “Esse trabalho é claramente um artigo que não se enquadra nas categorias citadas acima (4), já que não é um artigo original (ausência de dados científicos), não é um artigo de revisão (não são citados artigos científicos específicos) e não é um artigo de divulgação científica (não são citados autores ou títulos de artigos científicos)”.	6. “(3) divulgação científica. Forma de apresentação, quantidade de conteúdo (muitos alimentos), assunto já é pesquisado há muito tempo”.

Tabela 57: O que caracteriza um artigo científico?

Fizeram a disciplina	Não fizeram a disciplina
1. “Sua forma de apresentação, seu vínculo a uma instituição de ensino/pesquisa, a formação acadêmica do(s) autor(es), a clareza da metodologia, o embasamento científico, a preocupação de sempre mostrar de onde (a referência) a informação dada foi tirada, sua indexação em revistas científicas”.	4. “Artigo científico envolve pesquisa ou compilação de dados por parte do autor e necessita de um centro de pesquisa para a realização das atividades, na maioria dos casos, que tratam-se de universidades, principalmente”.
2. “Um artigo científico é caracterizado por conter uma proposta objetiva, com informações que levam a afirmar ou negar um fato, incluindo outras referências ou experimentos próprios”.	5. “Um artigo científico deve apresentar informações justificadas para que a partir disso o leitor possa decidir se deve ou não acreditar nela”.
3. “Um artigo científico deve ter um resumo, que mostra uma prévia do artigo todo; introdução, que coloca o leitor em contato com o que será pesquisado; objetivos da pesquisa; métodos utilizados para conseguir os resultados obtidos; os resultados obtidos; uma discussão dos resultados obtidos e a conclusão, que deve finalizar a pesquisa respondendo a pergunta feita no início (objetivo). Por último, as referências utilizadas”.	6. “Haver introdução com objetivos, metodologia, discussão, conclusão, padrão de apresentação, bibliografia”.
	7. “É a divulgação do resultado de algum estudo – adiciona informações novas ou uma revisão sobre algum assunto a partir de artigos já publicados. Possuem uma estrutura estabelecida de apresentação (resumo, autores, conclusão, etc.)”.

Tabela 58: Se você necessitasse de informações científicas sobre “*alimentos afrodisíacos*”, que *sites* da internet você consultaria?

Fizeram a disciplina	Não fizeram a disciplina
1. “Se eu necessitasse de informações científicas eu consultaria o scielo, o google scholar, a base de dados LILACS, a MedLine, entre outros”.	5. “Para informações científicas, buscaria em sites como Medline, PubMed, Scielo e etc., já que são sites que fornecem artigos científicos. Mas se quisesse algumas curiosidades, provavelmente digitaria “alimentos afrodisíacos” no Google e analisaria as informações aí fornecidas”.
2. “PubMed, Scielo, o site da biblioteca da FSP para buscar referências, Google acadêmico, base de dados Liliacs, etc”	6. “Eu consultaria sites de universidades (de preferência públicas, pois geralmente são mais fortes em pesquisas) ou sites de bibliotecas e

	órgãos, onde fosse possível fazer uma boa busca de artigos e publicações científicas”.
3. “SciELO, MedLine, PubMed, Bireme”.	7. “em sites que divulgam artigos científicos”.
4. “Google scholar, dedalus, sciELO e PubMed”.	8. “SciELO, Medline, PubMed, Bibcir, e outras bases de dados confiáveis”.

2ª parte da atividade da atividade.

Tabela 59: O texto convenceu de que alimentos podem apimentar um romance?

Por quê?

Fizeram a disciplina	Não fizeram a disciplina
1. “Não, muito pelo contrário, pois ao final ele acentua que não basta só o alimento, mas todo um clima. Além disso, as informações são superficiais, não há referências científicas muito menos comprovação destes efeitos e muito do que é afirmado parte de conceitos populares. O texto utiliza-se de “frases de efeito” como “estudos científicos aumentam o catálogo (...)” para dar maior credibilidade ao assunto, bem como utiliza-se da tabela com informações científicas (tomate → licopeno) para o mesmo fim (convencer o leitor). Uma vez que nem todos que lêem o assunto têm o conhecimento dos compostos dos alimentos. Além disso, utiliza-se de um assunto interessante (melhora da função sexual) associando a novidades e promessas (“milagres”), a receita perfeita para vender qualquer coisa”.	5. “Sim, por se tratar de uma reportagem de caráter não-científico e destinada à população em geral, a matéria tenta de maneira simplória enumerar as substâncias presentes nos alimentos listados que tem potencial de “apimentar um romance”, no entanto, não especifica claramente a relação da função da substância com o efeito afrodisíaco provocado. Embora sucinto, o artigo traz ilustrações com legendas, o que chama atenção do leitor e dinamiza, de forma clara e eficiente, as informações dos alimentos afrodisíacos (substâncias presentes)”.
2. “Na minha opinião o texto não foi convincente uma vez que as descrições das funções dos componentes dos alimentos relacionados ao apetite sexual são vagos, faltando dados sobre a quantidade do alimento	6. “Não da maneira como está explícito. Os alimentos não são capazes de sozinhos aumentar o apetite sexual, se fossem capazes não precisariam além deles, do ambiente agradável com música legal, parceiro bom e momento próprio. Os alimentos

<p>a ser consumido e não levou em conta a biodisponibilidade dos nutrientes. Além do fato das funções apresentadas não se relacionarem somente ao ato sexual, por exemplo, a vasodilatação provocada pela ingestão do alimento (quanto deve ser consumido? Com quais outros alimentos pode ser acompanhada a ingestão?) não necessariamente auxiliará no aumento da libido. Enfim, o texto parece uma montagem de informações mal-combinadas feita por um leigo, não apresentando caráter científico e deixando ausentes muitas informações, tendo justificativas insatisfatórias para a proposta realizada”.</p>	<p>fazem parte da nossa vida promovendo a manutenção da nossa saúde e nos dando prazer. Com uma saúde perfeita e com alimentos diferentes que instigam nosso paladar e curiosidade somados a um ambiente propício é claro que o apetite sexual vai aparecer. Mas se fossem realmente afrodisíacos como diz a reportagem, no cotidiano apimentaríamos todo dia nossas vidas, pois o alho, o tomate são alimentos muito comuns em nossa alimentação”.</p>
<p>3. “Não, porque não explica de que forma esses alimentos agem e em que condições (cru, cozido, temperado, etc.). Não sabemos se todas essas informações são realmente comprovadas cientificamente ou se são só mitos. Ex: laticínios e chocolate ajuda a manter o pênis ereto. A linhaça, por exemplo, tem esse efeito quando moída ou a semente inteira basta? Na minha opinião faltam mais explicações, comprovações, referências, para me convencer”.</p>	<p>7. “Não, pois o texto coloca diversos componentes dos alimentos e suas funções sem apresentar nenhum embasamento científico, ou seja, não prova com estudos científicos e com dados mais precisos que esses alimentos realmente apresentam essas funções. Além disso, as frases são curtas e objetivas, não explicando direito o processo pelo qual os alimentos desempenham essas funções (ativar a circulação sanguínea, regular a produção hormonal, revigorar a fertilidade, etc.), o que deixa o leitor um pouco confuso, sendo mais difícil de convencê-lo”.</p>
<p>Fizeram a disciplina</p>	<p>Não fizeram a disciplina</p>
<p>4. “Não, pois primeiramente o autor utilizou palavras populares demais (comida sexy, por exemplo) que não caberia em um texto científico e não confere credibilidade, apesar de estarem inseridas em um contexto cujas informações são mais populares. Além disso, não foram expostos dados importantes como metodologia (voluntários de quais faixas etárias? Quantos voluntários? Por quanto tempo os indivíduos tiveram que comer os alimentos expostos? Qual a quantidade? Qual a frequência? Tipo de preparo dos alimentos?</p>	<p>8. “De maneira geral, o texto foi persuasivo em alguns aspectos. Corroborou o “poder afrodisíaco” de alguns alimentos conhecidos popularmente por esta propriedade (ex: ostras, catuaba) e apresentou outros possíveis candidatos desse grupo. Os argumentos que se basearam na propriedade de ser antioxidante e proteger o sêmen, zinco estimular a produção de testosterona foram plausíveis. Acredito que 80% do que está apresentado no texto faça sentido, apesar das relações entre um nutriente e o benefício estar pouco especificada. Mas também creio que esse tipo de abordagem genérica (ex: o</p>

<p>Etc.) e nem foram citadas as fontes das tais “pesquisas científicas”, pois apesar de o texto ser simples, popular, informativo, as bases científicas deveriam estar contidas, pelo menos como referência, para que pudéssemos ver e verificar a credibilidade das informações (porque mesmo verificando as informações contidas nos artigos, pode ser que não haja provas de que estes alimentos realmente sejam afrodisíacos, e foram publicados porque o tema é interessante. Por fim, não são explicados (nem popularmente, nem brevemente) os mecanismos pelos quais as vitaminas e/ou os minerais auxiliam na termogênese, vasodilatação, etc. O autor também cita que a decoração do prato é importante, bem como outros (muitos) fatores, que, na minha opinião são fatores psicológicos, estão listados em maior quantidade, e tira muito da credibilidade do texto, visto que então não são só os alimentos citados afrodisíacos, mas uma gama de outros fatores (e a disposição sexual depende da particularidade de cada organismo, de cada indivíduo, etc.)”.</p>	<p>texto não especifica com o zinco estimula a produção do hormônio testosterona, se é um elemento precursor, etc.) seja necessária para conseguir atingir o público-alvo (leitores de diversas formações e idades) de maneira mais simplória e sucinta”.</p> <p>9. “Sim. O texto mostrou alguns alimentos considerados afrodisíacos ressaltando qual componente é responsável por isso e no que ele reflete no organismo. Embora não tenha citado a referência (já que um artigo de revista popular nem sempre inclui esse tipo de informação) ressaltou que muitas das conclusões obtidas tem um estudo científico por trás, além dos costumes antigos. É claro que as funções antioxidantes das vitaminas e outros estão presentes em vários outros alimentos, porém, o texto diz que não são só essas funções responsáveis pelo efeito afrodisíaco, e sim as características exóticas do alimento, o modo como é servido, em que lugar, que criam o clima para o romance”.</p>
--	--

4.11 Publicação

Avila Jr., P., Torres, B.B. (2010) *Introducing undergraduate students to Science, Biochemistry and Molecular Biology Education*, no prelo.

4.12 Prêmio SBBq Award

Melhor trabalho [Avila Jr., P.; Torres, B.B. (2008) *Differentiating observation from interpretation*] de Ensino apresentado na forma de pôster (apêndice M) durante o XXXVII *Annual Meeting of the Brazilian Biochemistry and Molecular Biology Society* e XI *Congress of the Pan-American Association for Biochemistry and Molecular Biology* em Águas de Lindóia, SP, Brasil.

5. Discussão

A eficácia das estratégias de ensino utilizadas na exploração dos conteúdos programados e no alcance aos objetivos pretendidos (item 7 dos objetivos específicos) foi verificada via observação direta dos professores e através dos resultados obtidos nas avaliações finais da disciplina. Os resultados obtidos sugerem grande sucesso em sua escolha e aplicação.

O estímulo da capacidade de argumentação e o estímulo ao trabalho em equipe puderam ser observados nos alunos durante a realização da disciplina através do exercício dessas habilidades e também indiretamente a partir dos resultados quanto à estratégia empregada no curso (condição para o exercício de tais habilidades). As respostas dadas pelos alunos às afirmações 10-15 e 23 da tabela 43 sugerem sucesso na escolha das estratégias empregadas na disciplina e na apresentação dos objetivos (afirmação 16 da tabela 43 e item 3 da tabela 54). Além disso, as respostas apresentadas às afirmações 20-23 da tabela 43 indicam que as condições de trabalho foram eficientes, uma vez que os alunos se sentiram à vontade para expor suas dúvidas (as quais foram esclarecidas) e os professores os motivaram ao aprendizado.

Vale ressaltar que os professores participaram ativamente na situação social, utilizando-se de intervenções como forma de criar material de pesquisa relevante. Suas intervenções foram feitas com o objetivo de desafiar o aluno, de questionar suas respostas e observar como a interferência de outra pessoa afetaria seu desempenho.

A criação, o planejamento e a aplicação das disciplinas, presenciais e à distância, promoveram o alcance parcial do item 8 dos objetivos específicos. A verificação do alcance ocorreu através da avaliação combinada de resultados quantitativos e qualitativos. Os resultados quantitativos, obtidos na avaliação da disciplina, e os

qualitativos, a partir de observações diretas e depoimentos, espontâneos e/ou escritos na avaliação da disciplina, sugerem sucesso no alcance a esse objetivo.

A disciplina *Introdução à Ciência* foi planejada e aplicada até que houvesse pleno sucesso no alcance aos objetivos propostos e maior sintonia entre os resultados obtidos. Ou seja, não fossem encontradas grandes diferenças significativas entre os resultados obtidos em sucessivos oferecimentos. O alcance dessas metas foi mais expressivo na modalidade presencial. Essa interpretação prevê, na disciplina à distância, a necessidade de adaptações a serem realizadas.

Num dos oferecimentos da disciplina à distância houve, excepcionalmente, a matrícula de um pós-graduando. Apesar da maior escolaridade, sua participação nas atividades propostas não possibilitou ao professor fazer uma diferenciação significativa dos demais alunos da turma. Dessa forma, torna-se possível o pleno aproveitamento da disciplina por esse aluno. Essa hipótese fica fortalecida a partir da análise crítica da disciplina respondida por esse aluno. Nela, o aluno sugere a ampliação do oferecimento da disciplina *Introdução à Ciência* à pós-graduação:

“Fica difícil fazer uma análise crítica desta disciplina, pois é algo totalmente novo, mas me impressionou bastante a maneira como foi ministrada, a maneira como exigiu atenção e participação. Foi um período diferente na minha rotina profissional, pensei muito sobre os conteúdos ministrados, modifiquei, ou melhor, fiquei com uma visão mais didática sobre ciência. Acho que talvez o conteúdo não tenha trazido uma grande novidade, mas com certeza organizou idéias e me fez pensar em ciência de uma maneira mais organizada.

*Acho que o curso deve continuar a ser ministrado da maneira que foi este ano, **inclusive ser oferecido à pós graduação**, e o tempo vai mostrar a modificações a serem feitas”.*

Não houve evasão de alunos significativa, exceto no 3º oferecimento da disciplina à distância, com a saída de 30% dos alunos nas primeiras aulas do curso. A evasão ocorrida em cursos à distância pode ser gerada a partir do choque entre a idéia prévia do aluno com a verificação *in loco*, por exemplo, imaginar que um curso à distância exige menos que um curso presencial [Vieira, 2001]. Essa hipótese fica fortalecida a partir do comentário 26 da tabela 54 e dos resultados apresentados na tabela 51 (apesar da maioria dos alunos ter lido o programa antes de iniciar o curso, quase a metade o relê ao longo do curso). Segundo a Associação Brasileira de Educação à Distância (ABED), 61,8% dos matriculados na graduação e 45% dos da pós-graduação que evadiram em 2008 alegaram como motivo não ter tido tempo para se dedicar suficientemente [Costa, 2007].

Apesar de não ser dirigida a alunos que pretendessem seguir carreira acadêmica, a maioria dos estudantes matriculados na disciplina Introdução à Ciência tinha essa pretensão no início da disciplina (questão 1, tabela 25). O desvio padrão da média evidencia eventuais oscilações nas intenções. Além disso, aproximadamente metade dos alunos, em ambas as modalidades, acreditava, no início, que o conhecimento sobre metodologia científica fosse importante para todo cidadão (tabela 29). No entanto, outra parcela significativa dos alunos associou essa importância àqueles envolvidos com ciência. Ao final da disciplina, a grande maioria dos alunos afirma que a disciplina é importante na formação de qualquer graduando (afirmação 33 da tabela 43 e afirmação 43 da tabela 45), possivelmente com justificativas mais claras e em harmonia com a nossa concepção, na qual a formação científica pode levar ao letramento científico, o qual é desejado a todos os cidadãos. Assim, é possível sugerir que houve uma valorização da formação científica pelos alunos. Quase todos os alunos concordaram que essa disciplina foi

importante na formação deles (afirmação 30, tabela 43), de qualquer graduando (afirmação 33, tabela 43) e que a mesma contribui a uma formação científica (afirmação 32, tabela 43). Julien e Barker (2009) afirmam que uma pessoa cientificamente letrada reconhece que o letramento científico é um processo de aquisição, análise, síntese, codificação, avaliação e utilização de realizações em ciência e tecnologia, importantes em contextos sociais e humanos. (item 4 e 13 da tabela 54).

Praticamente metade dos alunos matriculados na disciplina presencial, no início do curso, tinha experiência em iniciação científica (já fizeram ou faziam) (questão 2, tabela 25). No entanto, a maioria não fazia iniciação científica paralela à disciplina (questão 3, tabela 25). Por outro lado, a iniciativa dos alunos em realizar iniciação científica na disciplina à distância pareceu homogênea dentro do próprio grupo. Ou seja, a maioria dos alunos matriculados, no início da disciplina, não tinha feito e não faziam iniciação científica. Esse resultado é derivado do fato de, possivelmente, no momento inicial da disciplina os alunos estarem matriculados nos anos iniciais de seus cursos de graduação (dados não mostrados).

Daqueles com experiência de iniciação científica, a maioria (principalmente na disciplina à distância) não tinha um projeto próprio nem participou de sua escrita (questões 4 e 5 da tabela 25). Poucos tiveram alguma forma de preparação para a atividade de iniciação científica (questão 6, tabela 25). E, daqueles que apontaram alguma forma de preparação, a maioria citou procedimentos com fins experimentais, como o aprendizado de técnicas manuais, de utilização de equipamentos e a leitura de artigos científicos como forma de aprendizado. A ausência de preparo e participação na atividade científica (por exemplo, na identificação de um problema a ser investigado experimentalmente, na realização de uma revisão bibliográfica, entre

outros) observada pode originar lacunas na formação científica dos alunos envolvidos.

Vale destacar que essa proposta de ensino de ciência, via disciplina formal optativa, não é única na promoção do amadurecimento do aluno à pesquisa. Porém, mesmo aqueles que tinham experiência em iniciação científica, destacaram a eficiência da abordagem sistemática experimentada (itens 2 e 12 da tabela 54) no aperfeiçoamento de sua formação.

No início da disciplina, os alunos apresentavam a Ciência principalmente como estudo, busca e conjunto de conhecimentos (tabela 26). Poucos, em ambas as modalidades, citaram o uso do método científico. Houve sua associação com a atividade desenvolvida pela comunidade científica, a qual foi mais pronunciada na tabela 27. Cientistas e pesquisadores foram os indivíduos mais citados pelos alunos, em ambas as modalidades, como realizadores da ciência. Muitos alunos também citaram que todos podem fazer ciência, mas poucos citaram o uso do método científico. Percebeu-se, assim, uma falta de sensibilidade ao uso do método científico na obtenção dos conhecimentos científicos. Essa indução é fortalecida com as respostas apresentadas em ambas as modalidades à questão 9 (tabela 28), pois não houve a citação direta do uso do método científico na diferenciação do conhecimento científico e o conhecimento de senso comum. Os alunos apontaram, inicialmente, o uso de experimentos e da razão na ciência (tabela 28). A linguagem foi apontada por parte deles, mas pelo uso de termos específicos, e não pelas generalizações (característica das afirmações populares). Na tabela 37, item 2, é exemplificado como esta questão da generalidade foi explorada e esclarecida na disciplina à distância. Nas respostas à questão apresentada na tabela 28 ainda houve a citação do termo “comprovado” vinculados à ciência, talvez relativo à

existência de “verdades científicas”. No item *k* do 1º exercício da aula 1 (Apêndice A, p.167), por exemplo, foi possível explorar essa indução. Na discussão dessa aula, em ambas as modalidades de ensino, os alunos, geralmente, insistiam na existência de, pelos menos, algumas “verdades” científicas. O que não estava claro para eles, naquele momento, eram as condições para a validade de uma informação: ser aplicável na resolução de problemas. A validade temporal das informações científicas foi novamente explorada na Aula 2.

A partir das respostas presentes nas tabelas 26-28, foi possível identificar uma visão inicial de ciência como busca por conhecimento, geralmente realizada por poucos, associada ao uso da razão e experimentos, mas sem uma clara definição da forma utilizada (método). Portanto, faz sentido que alguns alunos relacionassem a importância do conhecimento científico àqueles diretamente envolvidos com a atividade científica (tabela 29). Esses resultados podem estar associados ao fato de professores usualmente apresentarem a Ciência como uma coleção de acontecimentos (acumulativa), elitista, descontextualizada e infalível [Kosminsky e Giordan (2002); Negrete e Lartigue (2004) e Santos (2007)]. Dentro dessa perspectiva, seria difícil imaginar que os alunos submetidos a essa experiência: (1) admitissem mudanças nas interpretações de resultados científicos; (2) que a ciência pudesse ter perguntas sem respostas; e (3) que eles, alunos, com a atual bagagem de conhecimento, também pudessem fazer ciência.

Com o sucesso na aplicação, principalmente das aulas 1 e 2, , identificado pelos professores e na avaliação da disciplina é possível verificar mudança/aprimoramento na visão de ciência dos alunos, contextualizada historicamente e não acumulativa, com a inclusão do uso do método científico na busca e análise de informações.

Inicialmente, a maioria dos alunos associou um artigo científico a uma formatação específica (tabela 30), demonstrando falta de critérios na diferenciação e leitura crítica de publicações científicas. Outros citaram a imparcialidade, mas nenhum citou o uso de referência. Estes resultados permitem deduzir que os alunos não situavam, no início da disciplina, as pesquisas científicas dentro de uma comunidade social, a qual pode influenciar na seleção das perguntas investigadas, na interpretação e aceitação dos resultados e na teoria utilizada [Korpan *et al*, 1997]. Dessa forma, o baixo questionamento sobre pesquisas relacionadas ao tema pelos alunos sugere desconhecimento de necessidades para a validade de resultados e conclusões publicadas: reprodutibilidade, abrangência da teoria e consenso entre os cientistas da área [Korpan *et al*, 1997]. Conseqüentemente, os alunos não levavam em consideração que dados não reprodutíveis poderiam gerar inconsistência na investigação do problema, e se persistido o problema em outras investigações, poderia levar à inconsistências na teoria (semelhante à proposta de Thomas S. Kuhn para os períodos de revolução científica, Apêndice A, p.170). Esses resultados sintonizam com aqueles obtidos na investigação de KORPAN *et al* (1997). Nela, estudantes universitários (60 estudantes de psicologia, com idade média igual a 21 anos (variação entre 17 e 38 anos), sendo 32 mulheres e 28 homens) avaliaram a pertinência de conclusões apresentadas em artigos de divulgação científica escritos por jornalistas. Como essas publicações não traziam os detalhes da investigação, os estudantes foram instruídos a pedir toda informação de que necessitassem para determinar se as conclusões eram possíveis, as quais eram anotadas pelos pesquisadores. Os autores utilizaram divulgações fictícias para evitar diferenças individuais quanto ao conhecimento nelas abordado, o que poderia interferir na qualidade dos resultados. Os estudantes, mais freqüentemente, questionaram *como*

a pesquisa foi feita (métodos) e *porque* os resultados podem ter ocorrido (teoria). Poucos questionaram sobre o *que* foi encontrado (resultados e tratamento estatístico), *quem* conduziu a pesquisa (credenciamento dos pesquisadores) e *onde* ela foi feita (contexto social). Menos freqüente ainda foram questões sobre a existência de pesquisas relacionadas. Nenhum questionou sobre financiamento, locais de publicação ou dados das instituições envolvidas. Os requisitos utilizados na classificação das perguntas estão listados na tabela 61.

Tabela 61: Requisitos utilizados na classificação das perguntas.

Categoria	Pedidos de informação sobre:	Exemplos
Contexto social	Credenciais e as motivações das pessoas associadas com a investigação, locais de publicação e fontes de financiamento.	Os pesquisadores são qualificados para a realização desta pesquisa? Quem financiou a pesquisa? Onde a pesquisa foi conduzida?
Teoria	A possibilidade da teoria/tratamento utilizado na pesquisa permitir a explicação dos resultados.	Quais outros pesticidas possuem esse efeito?
Métodos	Como a pesquisa foi conduzida, incluindo seu planejamento, temas, procedimento e reprodutibilidade.	Qual foi o método utilizado? Havia grupo-controle?
Resultados / Tratamento estatístico	Os resultados obtidos ou sobre tratamentos estatísticos usados.	Que tipo de tratamento estatístico foi feito?
Pesquisas relacionadas	Relação entre a divulgação e outros estudos científicos.	Outros pesquisadores obtiveram o mesmo resultado?
Relevância	A importância, aplicabilidade, generalização dos resultados ou sobre o impacto da pesquisa.	Os pássaros são afetados pelo <i>Permaldrin</i> da mesma forma?
Ambíguo / relevante	Tópicos situados em duas ou mais categorias.	Como eles chegaram a essa conclusão?
Descontextualizadas	Tópicos inapropriados, geralmente devido à rejeição das premissas.	<i>Permaldrin</i> realmente existe?
Outras	Outros tipos de informações relevantes, mas não situada nas categorias acima.	A teoria por trás desta investigação é falseável?

Os resultados encontrados na caracterização de um projeto de pesquisa também indicaram seu formato como critério (tabela 31).

Uma vez que o alcance aos objetivos pretendidos está fortemente associado ao sucesso na aplicação da disciplina e uso do material, as avaliações destes foram utilizadas como indicativos.

Praticamente todos os alunos concordaram que a disciplina favoreceu seu amadurecimento à pesquisa (afirmação 1, tabela 43) e os deixaram mais críticos quanto às informações e resultados (afirmações 4 e 8 da tabela 43, tabela 49 e itens 1, 5, 6, 8, 9, 14 da tabela 54). Como apresentado anteriormente, o significado de ciência ficou claro (afirmação 2) e a visão sobre ela foi alterada, no sentido de aperfeiçoada, para a maioria dos alunos (afirmação 3 da tabela 43, o item 9 da tabela 54 e tabela 48). Esse aperfeiçoamento pode estar associado à inclusão do uso do método científico, na ampliação seus realizadores, na sua busca pela imparcialidade, entre outros.

As respostas apresentadas na afirmação 5 não se mostraram conclusivas, pois a proporção na distribuição das respostas entre todas as possibilidades poderia refletir diferentes intenções com o uso de artigos científicos em uma disciplina.

Massi *et al* (2009) analisaram a forma de utilização de artigos científicos no ensino superior de Química, relatadas nas revistas *Journal of Chemical Education*, *Journal of College Science Teaching*, *Education in Chemistry* e *Química Nova*. Localizaram no *Journal of Chemical Education*, entre setembro de 1964 e agosto de 2007, 25 trabalhos; no *Journal of College Science Teaching*, entre março de 1981 e agosto de 2007, 3 trabalhos; no *Education in Chemistry*, entre setembro de 1996 e agosto de 2007, e na *Química Nova*, entre janeiro de 1978 e agosto de 2007, apenas 1 trabalho em cada revista. No caso da área de Bioquímica e da área de

Química Geral e Inorgânica, grande parte das propostas foi elaborada com o objetivo principal de promover o ensino e a aprendizagem de conteúdos específicos em disciplinas. A maioria das propostas envolveu a realização de pesquisa bibliográfica; leitura crítica e compreensão do conteúdo dos artigos; discussão do conteúdo; elaboração de textos sobre os artigos; apresentação do conteúdo na forma oral ou em painel. A discussão de artigos foi a atividade que menos publicada (6 trabalhos) e a elaboração de textos sobre os artigos foi a atividade mais freqüente (21 trabalhos). Destacam-se as solicitações de resumos, textos de revisão, relatórios de laboratório no formato de artigo científico e trabalhos finais de disciplinas. A pesquisa bibliográfica foi explorada através de aulas iniciais, encaminhamento à biblioteca onde são oferecidos treinamentos, procura restrita em alguns periódicos, utilização do Chemical Abstracts e uso do site *SciFinder Scholar*. A leitura crítica e a compreensão do conteúdo dos artigos foram apresentadas em onze trabalhos. No entanto, Massi et al destacaram que somente algumas iniciativas contaram com algum tipo de acompanhamento pelo professor. Numa delas, os alunos receberam a referência de um artigo científico e deveriam localizá-lo, utilizando recursos de buscas por eles conhecidos (*Web of Science*, *Chemical Abstracts* e Currículo Lattes) e instruções para a leitura e preparação dos resumos sobre os artigos científicos. Essas instruções incluíam questões como: por que a pesquisa descrita no artigo que você leu foi realizada? qual a sua importância e quais benefícios pode trazer para a sociedade? a que conclusões chegaram os pesquisadores com base nos dados apresentados no artigo? Em outra proposta, o professor optou por trabalhar com 3 artigos ao invés de adotar um livro didático. Na terceira proposta, os alunos apresentam um seminário sobre o conteúdo do artigo. E na quarta proposta apresentada, os alunos, após lerem artigos clássicos de Bioquímica, a respeito da

hemoglobina, elaboraram questões sobre os conceitos envolvidos no artigo que eram fundamentais para a sua compreensão e apresentaram ao professor as respostas correspondentes que julgavam corretas. Assim, é possível utilizar o uso dos artigos com o intuito de promover o ensino e a aprendizagem de conteúdos específicos das disciplinas nas três últimas experiências destacadas.

No entanto, não foi observado o questionamento nem a discussão dos trabalhos, como explorado em nossa proposta, desenvolvida nas aulas de 4 a 7 (Procedimentos, p.55-59). Tão pouco foi observada a comparação entre sites científicos e não científicos (aula sobre revisão bibliográfica, Apêndice A, p.209). Com isso, a partir dos resultados apresentados na revisão citada anteriormente, nossas propostas são inéditas e complementares às experiências destacadas. Talvez as respostas à afirmação 5 levem em consideração experiências com artigos parecidas às desenvolvidas nessa disciplina ou distintas, mas ainda não publicadas. Mas, independente dessa indução, praticamente todos os alunos concordaram que a disciplina desenvolveu conhecimentos básicos necessários à escrita de projetos de pesquisa (afirmação 6) e os familiarizou com as publicações científicas (afirmação 7).

Na afirmação 9, tabela 43, a maioria dos alunos concorda que mudaram a sua forma de propor uma pergunta a ser investigada experimentalmente. Isso pôde ser comprovado pelos professores durante as aulas, pois os alunos partiam de questões muito abrangentes, com inúmeras variáveis, culminando ao final do processo em perguntas situadas em condições específicas. Essa observação está em sintonia com a descrição apresentada por alguns alunos (tabela 50) e na experiência destacada por Bianco (2007).

No segundo módulo, denominado Projetos de Pesquisa, houve a escolha do problema a ser investigado (Aula 8), o que não é trivial. Todos os alunos partiram de questões que, inicialmente, assumiam um número exagerado de variáveis (dados não mostrados). Conseqüentemente, a investigação seria inviabilizada pela dificuldade no isolamento e teste da influência de uma única variável no problema. A escolha do tema também foi complexa para os alunos, talvez pela necessidade de originalidade e relevância acadêmica ou social (ou ambas). Às vezes, o grupo de alunos, ansioso em investigar determinada questão, não percebia de imediato a necessidade de restrição na pergunta. Em outras, a satisfação da condição de relevância social ou acadêmica era vista como censura. Uma vez que o grupo percebia a importância de eventual mudança, justificada também pelas exigências das agências de fomento, a realizavam sem nenhum constrangimento. Na afirmação 44 observa-se que a maioria dos alunos concorda que ficou clara a necessidade da especificação do problema a ser investigado cientificamente. Além disso, a maioria dos alunos concorda que houve sucesso na introdução das formas de fazer e divulgar ciência e nos procedimentos para obter financiamento (afirmação 17) e que a disciplina estimulou uma progressiva autonomia intelectual (afirmação 18).

A escolha dos assuntos do material e a forma de sua apresentação possivelmente obtiveram sucesso, uma vez que a maioria dos alunos se sentiu motivada e afirmou ter interesse em continuar a estudar ciência (afirmações 19, 25 e 26, tabela 43). Esse maior entusiasmo pode ser verificado através das afirmações 24 e 27, uma vez que quase todos concordaram que a disciplina atingiu a expectativa deles, os quais a recomendariam a seus colegas. Além disso, os alunos concordaram que houve continuidade entre os assuntos (afirmação 28), que seus conhecimentos anteriores foram suficientes no acompanhamento da disciplina (afirmação 29) e os conteúdos

abordados têm relação com a sua formação (afirmação 31). Esse retorno positivo é condizente com nosso objetivo de ensinar teorias e conceitos, aplicados a situações de interesse dos alunos, evitando-se suas presenças no currículo somente pelo fato de serem científicos.

É importante ressaltar que os alunos no decorrer do curso freqüentemente declaravam contentamento com relação ao estímulo ao senso crítico obtido no curso (comentários espontâneos). Os alunos costumavam trazer para a sala exemplos de novas interpretações de fatos do dia a dia, seja a partir de reportagens de televisão seja em revistas de grande circulação, ou na discussão com outras pessoas. Muitos chegaram a expressar que a disciplina devesse se tornar obrigatória. Enfim, muitos comentários estabelecem um retorno muito positivo em relação ao trabalho desenvolvido. E as boas notas atribuídas pelos alunos à disciplina (tabela 47) indicam uma boa avaliação da mesma.

A tabela 44 aponta um retorno muito gratificante no alcance aos objetivos propostos: a maioria dos alunos afirma que a disciplina deve ser mantida ou ampliada e nenhum desejou que a mesma fosse excluída.

Os resultados encontrados no PADIQ (anexos 5-7) estão em harmonia com os resultados obtidos em nossas avaliações. É possível comparar as avaliações do PADIQ entre todas as disciplinas oferecidas pelo IQ-USP. Observa-se que a disciplina QBQ2006 Introdução à Ciência sempre se destacou entre as mais bem avaliadas e no 1º semestre de 2007 obteve a melhor nota entre todas as disciplinas oferecidas pelo instituto. Dessa forma, esta foi mais uma fonte eficiente na verificação do sucesso no alcance aos objetivos apresentados.

É possível identificar sucesso no alcance aos objetivos propostos, através da diferenciação entre os alunos que cursaram a disciplina daqueles que não a fizeram.

As sentenças apresentadas, na integra, nas tabelas 55-59 representam, além de resultados obtidos, categorias de respostas a cada uma das questões. Por exemplo, na tabela 55 são apresentados cinco grupos de respostas que englobam todas as vinte e sete respostas recebidas na primeira questão. A apresentação dessas respostas na integra é importante, pois a diferenciação entre os alunos que cursaram a disciplina daqueles que não a cursaram foi, às vezes, bastante sutil. Na tabela 55 não é possível fazer uma distinção entre o grupo de alunos que cursou a disciplina do grupo que não a cursou, pois em ambos os grupos são citados pontos positivos e negativos semelhantes. Entretanto, na tabela 56 essa distinção começa a ficar mais clara. Nenhum dos alunos que cursaram a disciplina caracterizou o texto como divulgação científica e estes tiveram maior facilidade em apresentar os critérios de caracterização da publicação em relação àqueles que não tiveram contato com a disciplina. A diferença entre as respostas obtidas em relação à caracterização de um artigo científico foi bastante sutil, evidenciada principalmente, à categoria de resposta 1 da tabela 57, a qual poderia ser complementada com a área da atividade profissional atual do autor, ou seja, o autor trabalha na área do artigo publicado. A partir da tabela 58 foi possível notar que os alunos que cursaram a disciplina oferecem maior número de exemplos de *sites* de busca de artigos científicos. Nas respostas a essa questão (categorias de resposta 6 e 8), no grupo dos alunos que não cursaram a disciplina pode ser identificada credibilidade prévia a artigos científicos, ou seja, possivelmente há um comportamento passivo e acrítico na leitura de publicações científicas. A diferenciação dos alunos que cursaram a disciplina daqueles que não a cursaram foi mais expressiva na 2ª etapa da atividade (tabela 59). Observa-se que os alunos que cursaram a disciplina Introdução à Ciência fizeram uma leitura muito mais crítica e, possivelmente, enxergaram além do

que estava escrito. Pois, ao invés de usar unicamente a contradição apresentada no texto (a importância de outros fatores como a música), esses alunos listaram uma série de variáveis cruciais na avaliação da credibilidade das informações apresentadas no texto. E, principalmente, nenhum deles se convenceu com o texto, diferentemente do grupo que não cursou a disciplina. Disso, observa-se uma diferenciação na forma de apresentação das justificativas em cada uma das respostas, talvez derivada de uma capacidade de argumentação boa nos alunos que cursaram a disciplina.

5.1 Avaliação do Material Didático

Todo o material criado foi composto por tarefas a serem desempenhadas pelos alunos e sua avaliação foi feita aula a aula.

No primeiro módulo da disciplina, denominado Introdução aos Artigos Científicos, consistiu em uma análise sistemática e progressiva de artigos científicos de relevância para áreas ligadas à Bioquímica, de modo a tornar os alunos capazes de identificar e compreender trabalhos científicos em temas relevantes para sua profissão.

De acordo com [Santos, 2007], aprender a ler artigos científicos significa saber usar estratégias para extrair suas informações; saber fazer inferências, compreendendo que um texto científico pode expressar diferentes idéias; compreender o papel do argumento científico na construção das teorias; reconhecer as possibilidades daquele texto, se interpretado e reinterpretado; e compreender as limitações teóricas impostas, entendendo que sua interpretação implica a não-

aceitação de determinados argumentos. A linguagem científica é própria e socialmente construída por cientistas em sua prática, utilizando de tabelas, gráficos, classificações, entre outros, na apresentação de informações. Ensinar ciência, portanto, necessita da compreensão de sua linguagem, expressa através do vocabulário, estrutura e uso de fórmulas, esquemas, gráficos, diagramas, tabelas.

Na Aula 1, Ciência e Senso comum, observou-se grande sucesso na aplicação do texto e exercícios (tabela 2). Além disso, a maioria dos alunos concordou que o texto utilizado era claro e os exercícios complementavam a leitura (afirmação 35 da tabela 52). Destaca-se a discussão do primeiro exercício. Nele, os alunos tiveram um pouco de dificuldade para classificar algumas das afirmações. Isso porque geralmente associavam ciência ao uso de uma linguagem mais difícil, menos usual (também verificado na tabela 28). Dessa forma, caso fosse encontrado um termo científico numa afirmação, a chance de a classificarem científica aumentava. Por outro lado, titubearam quanto a abrangência do termo “popular”, a qual foi esclarecida pelos professores em função do número de pessoas envolvidas em uma região (por exemplo, em Minas Gerais podem existir conhecimentos populares, ou seja, amplamente conhecido pela população, distintos de outras regiões do país). A classificação das afirmações ocorreu a partir de questões que investigavam a generalidade presente em cada afirmação, a definição dos termos utilizados ou a existência de alguma situação que invalidasse logicamente dada afirmação. Em alguns momentos foi possível a identificação de grande credibilidade nos depoimentos de cientistas, médicos e jornalistas. Talvez os alunos estivessem tendendo a confiar mais na fonte da informação do que a avaliar o conteúdo, assim como evidenciado no trabalho de Julien e Barker (*How high-school students find and evaluate scientific information: A basis for information literacy skills development*)

[Julien e Barker, 2009]. A intervenção dos professores se fez necessária, principalmente, nas primeiras afirmações, pois os alunos não estavam familiarizados com essa prática investigativa. Com o avanço nas afirmações, os alunos foram ganhando autonomia na classificação das afirmações de maneira bastante satisfatória. No exercício 2 os alunos apresentaram os critérios utilizados anteriormente, por exemplo, a generalização presente nas afirmações caracterizadas como conhecimento popular.

Na Aula 2, Diferentes concepções sobre Ciência, observou-se grande sucesso na aplicação do texto e exercícios (tabela 3). Além disso, a maioria dos alunos (a partir do 2º oferecimento, origem de sua introdução no material) concordou que o texto utilizado era claro e os exercícios complementavam a leitura (afirmação 36). Como destacado nos procedimentos, objetivou-se promover o contato dos alunos com os diferentes significados que o termo *Ciência* pode assumir, destacando-se, sobretudo, aquele vinculado ao método, e as possíveis formas de evolução da Ciência ao longo do tempo. Em relação ao uso de informações, quando é necessária uma visão panorâmica sobre um assunto, buscam-se trabalhos mais recentes possível. Por outro lado, usar o passado em atividades com objetivo de compreender o presente, além de usual, parece muito atraente [Bizzo, 1992]. Eventual contradição entre o uso de informações ora recentes ora antigas pode ser eliminada se o objetivo pretendido está claro. Ou seja, faz sentido buscar trabalhos atuais quando se quer *atualizações*, mas olhar para trás pode ser uma ferramenta muito útil na avaliação do desenvolvimento de um *processo*. E nesse sentido, foram apresentadas concepções de quatro importantes filósofos e, a partir delas, o desenvolvimento da Ciência foi explorado.

Na Aula 3, Obtenção do conhecimento científico – Metodologia Científica, observou-se grande sucesso no procedimento e exercícios utilizados (tabela 4). O texto se mostrou muito apropriado para apresentar as principais etapas relacionadas à compreensão do método científico. Além disso, a maioria dos alunos concordou que o roteiro utilizado foi eficiente e os exercícios complementavam a leitura (afirmação 37 da tabela 52).

De acordo com Scotchmoor *et al* (2009), normalmente o método científico é apresentado aos estudantes como um conjunto linear de passos, o qual pode ser aplicado na resolução de qualquer problema científico. Criatividade, surpresa e incerteza raramente são associadas com a metodologia científica. Uma forma de apresentar novos horizontes nesse contexto se deu pela introdução de uma leitura complementar no material (Apêndice A, p.175). Nela, são apresentadas diferentes formas de pensar, as quais são todas úteis, no momento apropriado, mas nem sempre tão separadas entre si.

Nessa aula também foi utilizado o *Experimento das Caixas*, o qual se mostrou muito eficiente em seu propósito, diferenciar observação de interpretação. Após todos os grupos responderem o que havia em cada caixa, um de seus integrantes assinalou na lousa, previamente dividida em cinco partes, suas respostas. Assim que todos os resultados estavam à mostra, foi conduzida uma discussão mediada pelos professores. Nela, foram definidos os significados de observação e interpretação e requisitada a classificação das respostas numa dessas categorias. Como a prática limitava o número de observações possíveis, interpretações não responderiam à questão. Num primeiro momento, os alunos resistiram a essa idéia, afirmando, por exemplo, que na caixa 1 havia uma pedra (argumento: “mas nós estamos vendo uma pedra”). Entretanto, quando os professores passaram a

questionar a composição daquele objeto, perguntando se a mesma não seria feita de isopor, a sala quase que ficou muda, compreendeu o raciocínio empregado e rapidamente o conflito foi desfeito. Com o avanço das análises de respostas, as seguintes ficavam cada vez mais fáceis. Analisando-se os resultados na tabela 32, destacam-se respostas interpretativas, apresentadas em *itálico*. Na avaliação da disciplina (afirmação 38, tabela 52), 91% dos alunos concordam que a atividade alcançou sucesso na promoção da diferenciação pretendida.

Na Aula 4, Como o conhecimento científico é divulgado?, observou-se grande sucesso no procedimento e exercícios utilizados (tabela 7). Além disso, a maioria dos alunos concordou que os textos foram bem escolhidos (afirmação 39) e os exercícios possibilitaram a diferenciação entre os textos (afirmação 40).

De acordo com Ratcliffe (1999), a interpretação de artigos científicos é uma tarefa complexa que depende da: (1) compreensão do raciocínio científico e da interação entre teoria e evidência; (2) compreensão do vocabulário e estrutura do texto; e (3) conhecimento sobre conteúdos científicos, meios de comunicação e natureza da ciência. Na primeira atividade (tabela 7), no entanto, não foi requisitada uma leitura crítica, mas que permitisse a diferenciação entre cada texto, em português, a partir da tabela apresentada. Observou-se nessa aula que inicialmente os alunos se baseavam na estrutura do texto e não reconheciam o uso de referência, apresentação de dados primários, entre outros.

O desempenho dos alunos na atividade extraclasse I (tabela 8) foi bastante satisfatório, na qual foi possível a complementação dos assuntos trabalhados durante a aula. A atividade foi bem avaliada e considerada agradável pelos alunos.

A Aula 5, Princípios de Lógica, obteve grande sucesso em seus propósitos através da avaliação dos professores e dos alunos. A leitura do texto e realização

dos exercícios (tabela 9) foram agradáveis para os alunos e extremamente eficiente no alcance aos objetivos pretendidos. O uso de artigo no exercício 3 (tabela 9) foi significativo no estímulo à familiarização com a linguagem utilizada na apresentação de resultados científicos (gráficos, tabelas) e à leitura crítica. Apesar da perda da estrutura do artigo científico na elaboração dessa atividade, as informações do trabalho foram apresentadas para análise e não como recurso didático. A maioria dos alunos concordou que o texto utilizado era claro e os exercícios complementavam a leitura (afirmação 41 da tabela 52). O letramento científico necessita de algumas habilidades relacionadas ao uso de informações. Ou seja, a compreensão, interpretação e avaliação de informações e conclusões baseadas em pesquisas científicas. A avaliação envolve o julgamento sobre valores, credibilidade ou validade das conclusões apontadas na pesquisa [Korpan *et al*, 1997] e faz relação com a argumentação, fundamental na atividade científica. A argumentação é uma atividade social, intelectual e verbal, utilizada para justificar ou refutar um argumento, requer a escolha entre diferentes explicações e o raciocínio sobre os critérios utilizados nas escolhas [Sá e Queiroz, 2007]. Dessa forma, justifica-se a sua presença na organização das aulas, de forma que os alunos possam praticá-la. Além disso, a investigação científica não termina com a conquista dos resultados, mas é iniciada e/ou continuada a partir deles.

A Aula 6, Dedução e Indução, correspondeu a uma complementação aos princípios de lógica trabalhados anteriormente. E na visão dos professores e alunos alcançou grande êxito em seus propósitos (afirmação 42 da tabela 52).

A Aula 7, Referagem, promoveu o fechamento do conteúdo do primeiro módulo, Introdução aos Artigos Científicos. Sua aplicação promoveu significativamente, na visão dos professores (observação direta) e dos alunos (afirmação 43 da tabela 52 e

itens 1, 5, 8, 9, 14 e 15 da tabela 54), um estímulo ao senso crítico. A leitura crítica da publicação também estimulou o trabalho em equipe e a capacidade de argumentação, na discussão com os colegas.

Após a identificação de um problema, saber fazer uma revisão bibliográfica é fundamental na atividade científica. O desenvolvimento do roteiro apresentado no material da aula (Apêndice A, p.209) representou um grande avanço frente o utilizado nas versões anteriores da disciplina (Apêndice H). Ambos identificam sites de busca bastante utilizados, no entanto, somente o último permite que o aluno fique com um modelo de busca em mãos, o qual poderá ser reutilizado em situações futuras (como a Atividade Extraclasse IV). As afirmações 45 e 47 fazem referência ao sucesso alcançado na aula sobre revisão bibliográfica. Vale ressaltar que a internet, por si só, não é capaz de atribuir qualidade aos materiais obtidos durante uma pesquisa bibliográfica. Portanto, cabe ao usuário ter a habilidade de escolher os materiais mais pertinentes à informação requerida [Santos *et al*, 2008]. O exercício dessa habilidade foi estimulado desde o início da disciplina. Disso, pode-se inferir quanto à disposição lógica dos conteúdos: a aula antecessora pode servir de subsídio à(s) seguinte(s).

Houve sucesso na definição dos materiais e métodos a serem utilizados no projeto dos alunos (afirmação 48 da tabela 52).

A apresentação oral dos pré-projetos pelos alunos se mostrou muito importante na escrita do projeto, no estímulo ao senso crítico, à capacidade de argumentação, ao trabalho em equipe e à familiarização com metodologia científica. Essa afirmação se fortalece com as respostas apresentadas às afirmações 49 e 50 (tabela 52) e observações dos professores. Segundo os alunos e observação dos professores, o

roteiro criado para o conhecimento de algumas agências de fomento nacional alcançou sucesso em seu objetivo.

A atividade de análise dos resultados sugeridos ao projeto finalizou o processo de obtenção do conhecimento científico via projeto de pesquisa, explorado ao longo do segundo módulo da disciplina. A maioria dos alunos apreciou analisar os resultados, embora fictícios, para seus projetos (afirmação 52 da tabela 52 e comentário 10 da tabela 54).

5.2 Avaliação da disciplina à distância

Foi alcançado sucesso na avaliação da disciplina à distância semelhantemente aos obtidos na modalidade presencial (tabela 45).

Apesar de algumas críticas (comentários 27 e 29 da tabela 54), a maioria dos alunos concordou que as estratégias empregadas foram apropriadas (afirmação 11 e comentários 18, 32 e 34 da tabela 54). Observa-se nas respostas à afirmação 12 que a maioria dos alunos matriculados nos dois primeiros oferecimentos prefere ler o conteúdo da aula antes de iniciá-la. Porém quando avaliada a concomitante realização dos exercícios (afirmação 13) percebe-se que somente metade dos alunos concorda em ler o conteúdo e fazer os exercícios antes do início da aula. Identifica-se uma tendência na preferência à leitura e realização dos exercícios durante a aula para os alunos dos dois primeiros oferecimentos (afirmação 14). A maioria dos alunos concorda que os grupos de estudo no fórum (afirmação 16) e as discussões no *chat* (afirmação 17) auxiliaram a aprendizagem. No entanto, a discussão das mesmas questões no fórum e depois no *chat* se mostrou desgastante para os alunos (observação do professor). A alternativa de diminuir o tempo de cada

aula e aumentar sua frequência (afirmação 15), aplicada ao 2º e 3º oferecimento, teve respostas distribuídas de maneira bastante uniforme ao longo do gradiente de opções. Dessa forma, essa afirmação não se mostrou eficiente na busca por um melhor planejamento para o tempo das aulas.

Com o objetivo de investigar o não cumprimento do programa no tempo inicialmente estabelecido, buscou-se maior número de informações que pudessem auxiliar nessa investigação. As afirmações 18 e 19 foram propostas com esse fim. Destaca-se a partir delas que, para a maioria dos alunos, a plataforma é de fácil utilização e a maior dificuldade (para os alunos da 1ª e 2ª turma) foi adaptar-se ao ensino à distância. A carga horária da disciplina (afirmação 20) e o tempo dedicado a cada aula (não ao curso) foram considerados apropriados (afirmação 21). Essas respostas somadas ao comentário 27 da tabela 54 e a observação do professor, possibilitam formular uma hipótese de que, talvez, para os alunos o não cumprimento do cronograma inicial nas aulas programadas seja derivado da utilização inadequada do tempo pelo professor e falta de foco nas discussões em alguns momentos.

Talvez realmente tenha sido atribuída muita responsabilidade aos alunos, num momento em que estes ainda não estavam preparados. Por exemplo, um exagero na expectativa de que eles chegassem por si nas respostas esperadas para as atividades. Essa atribuição resultou em maior tempo gasto nas discussões, o que por vezes as tornava cansativas (talvez pela impressão de estagnação).

O encontro presencial experimentado com a primeira turma estimulou uma melhor comunicação entre professores e alunos (observação dos professores), de forma que a distância geográfica não prejudicasse a qualidade das participações [MEC e SEED, 2007].

A natureza do assunto trabalhado ou o tipo de questões exploradas influenciam na participação dos alunos em ambiente virtual, seja pelo interesse seja pelo procedimento adotado. Por outro lado, o sentimento de isolamento gerado pela falta de retorno às dúvidas pelos professores pode afetar negativamente o desempenho dos alunos [Yokaichiya *et al*, 2004]. Além disso, o número de alunos é outra variável influente no número de participações determinadas em cada *chat*. Relacionando-se o gráfico 1 com a tabela 33, verifica-se que o número de participações diminui quando um mesmo assunto se estende à semana seguinte. Essa observação se estende aos resultados apresentados no gráfico 2 e tabela 34 (*chat's* 1 a 3). Assim, apesar do número de alunos em alguns dos *chats* comparados entre si ser diferente, talvez o prolongamento da discussão de um mesmo assunto em mais de uma semana seja uma variável negativa e influente no número de participações dos alunos.

Em um ambiente virtual o tempo da aula pode se estender por uma semana ou mais, com interações dos alunos via *chats*, fóruns e *e-mails*. Essa extensão, no entanto, exige maior dedicação de tempo e foco para que os alunos não se dispersem ou haja fuga do tema inicialmente proposto [Costa, 2007]. O planejamento das aulas num ambiente virtual requer, então, o uso de técnicas diferentes daquelas utilizadas em aulas presenciais e necessita de maior vontade, dos alunos e professores, em se adaptar a essa modalidade de ensino [Costa, 2007].

Dessa forma, esses resultados sugerem a importância da experiência prática dos professores numa condução eficiente de cursos dessa natureza.

Os resultados obtidos nas afirmações 45, 46 e 50 da tabela 51 sugerem a ocorrência de uma reflexão, dos alunos, sobre o programa da disciplina e,

eventualmente, sobre as suas exigências, pois apesar da maioria dos alunos ter lido o programa antes de iniciar o curso, quase a metade o relê ao longo do curso. De modo geral, os alunos alegaram falta de parâmetros para comentar se a disciplina mudou a concepção deles quanto à educação à distância, principalmente por ser sua primeira experiência nessa modalidade de ensino.

Os comentários 27 e 29 também permitem a identificação de uma resistência por parte de alguns alunos quanto à mudança de comportamento em relação à aquisição de conhecimento: para uma atitude mais ativa no processo de ensino-aprendizagem. Apesar disso, verifica-se a partir do comentário 34 da tabela 54 uma mudança na opinião em relação ao curso e, talvez, uma mudança comportamental.

Mesmo com dificuldades ao longo do seu oferecimento, o curso teve êxito naquilo que abordou. As boas notas atribuídas pelos alunos à disciplina (tabela 47) indicam uma boa avaliação da mesma. E na tabela 46 há um retorno muito gratificante no alcance aos objetivos propostos: a maioria dos alunos afirma que a disciplina seja mantida ou ampliada e nenhum desejou que a mesma fosse excluída.

6. Conclusão

6. Conclusão

Em razão das considerações anteriores, pode-se concluir que todos os objetivos foram alcançados com muito sucesso, principalmente na modalidade presencial. Isso faz deste trabalho um modelo eficiente na introdução de alunos de graduação à Ciência e muito importante nos dias de hoje, por permitir um aperfeiçoamento na formação do indivíduo, seja acadêmica, pessoal e cidadã.

7. Referências

7. Referências

- Arruda, M.C.C. (2000) Qualificação versus competência. Disponível em: <http://www.senac.br/informativo/BTS/262/boltec262b.htm>. Acessado em 10.02.10.
- Bender, C., Ward, S., Wells, M.A. (1994) Improving Undergraduate Biology Education in a Large Research University, *Molecular Biology of the Cell*, 5, p.129-34.
- Bianco, A.A.G (2007) A disciplina de bioquímica para o curso de Nutrição: uma proposta de desenvolvimento de currículo. Tese de doutorado. 407p. Instituto de Química – Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Bizzo, N.M.V. (1992) História da ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis?, *Em Aberto*, Brasília, ano 11, n.55, p.29-35.
- Bogdan, R. C., Biklen, S. K. (1998) *Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods*, 3rd ed., Allyn and Bacon, Boston.
- Brasil, Casa Civil (2005) Decreto 5.622, art.1º. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5622.htm. Acessado em 10.02.10
- Brasil, Conselho Nacional de Educação - Câmara de Ensino Superior (2001) Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação. Parecer CNE/CES nº 583, de 4 de abril de 2001. Brasília. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES0583.pdf>. Acessado em 10.02.10.
- Brasil, Conselho Nacional de Educação - Câmara de Ensino Superior (2001) Diretrizes Curriculares para o curso de Química. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1303.pdf>. Acessado em 10.02.10.
- Brasil, Ministério da Educação, Secretaria de Educação à Distância (SEED) (2007) Referenciais de qualidade para cursos à distância. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seed/index.php?option=com_content&task=view&id=62. Acessado em 10.02.10.
- Brasil, Ministério da Educação e Secretaria de Educação Média e Tecnológica (1999) Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Brasília. 4 volumes.
- Brasil, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Superior (2002) Comissão Assessora para Educação Superior à Distância (Portaria MEC nº. 335, de 6 de fevereiro de 2002) – Relatório. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/EAD.pdf>. Acessado em 10.02.10.
- Bybee, R.W. (2008) Scientific Literacy, Environmental Issues, and PISA 2006: The 2008 Paul F-Brandwein Lecture. *Journal of Science Education and Technology*, v.17, n.6, p.566-585.
- Calor, A.R., Santos, C.M.D. (2004) Filosofia e ensino de ciências: uma convergência necessária, *Revista de divulgação científica da SBPC (Ciência Hoje)*, v.35, n.210, p.59-61.

CEO Forum (2001) The CEO Forum on Education & Technology: education technology must be included in comprehensive education legislation. Disponível em: <http://www.ceoforum.org/downloads/forum3.pdf>. Acessado em 10.02.10.

Chang, Y.H., Chang, C.Y., Tseng, Y.H (2009) Trends of Science Education Research: An Automatic Content Analysis, Journal of Science Education and Technology. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/w86044n184016245/?p=b46e79d377234656b4c40c0b7ab46a94&pi=3>. Acessado em 10.02.10.

Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., Zabala, A. (2004) O construtivismo na sala de aula, tradução: Schilling, C., revisão: Barreira, S., 6ª edição, 7ª impressão, Ed. Ática, 221p.

Comissão de Graduação, Instituto de Química – USP (2004) Programa de Avaliação das Disciplinas do Instituto de Química (PADIQ) Disponível em: <http://www2.iq.usp.br/graduacao/index.dhtml?pagina=1192&chave=Wruj>. Acesso em: 10.02.10.

Costa, C. (2007) Tão longe, tão perto, Revista Nova Escola. Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/politicas-publicas/modalidades/tao-longe-tao-perto-425857.shtml>. Acessado em 10.02.10.

Creswell, J.W. (2003) Research Design - Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. 2nd ed. SAGE Publications.

Dennick, R. G., Exley, K. (1998) Teaching and learning in groups and teams, Biochemical Education, 26, 111-115.

Denzin, N.K., Lincoln, Y.S.(Eds) (2000) Handbook of Qualitative Research. 2nd ed., SAGE Publications.

Fernandez, C, Baldinato, J.O., Tiedemann, P.W., Bertotti, M. (2008) Conceitos de química dos ingressantes nos cursos de graduação do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, Quim. Nova, v.31, n.6, p.1582-1590.

Fewson, C.A. (1979) Learning through Discussion, Biochem. Educ., 7(2), p.28-29.

Fourez, G (1997) Science teaching and the STL movement: a socio-historical view. In: Jenkins, E. Innovations in science and technology education, v. VI. Paris: UNESCO Publishing, p.43-57.

Gois, A., Pinho, A. (2007) Brasil é reprovado, de novo, em matemática e leitura, in Caderno Cotidiano, Jornal Folha de São Paulo, SP, 5/12/07.

Gokhale, A. A. (1995) Collaborative Learning enhances critical thinking. Journal of Technology Education, 7(1), p.22-30. Disponível em: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v7n1/pdf/gokhale.pdf>. Acessado em 10.02.10.

Handelsman, J., Ebert-May, D., Beichner, R., Bruns, P., Chang, A., DeHaan, R., Gentile, J., Lauffer, S., Stewart, J., Tilghman, S. M., Wood, W. B. (2004) Scientific teaching, Science, 304.

Hodson, D. (2003) Time for action: science education for an alternative Future. *Int. J. Sci. Educ.*, v.25, n.6, p.645–670.

Houaiss, A., Villar, M.S. (2001) *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa* / Antônio Houaiss e Mauro de Salles Villar, elaborado no Instituto Houaiss de Lexicografia e Banco de Dados da Língua Portuguesa S/C Ltda – Rio de Janeiro: Objetiva, 2925p.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, INEP (2006) O Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA). Disponível em: http://www.inep.gov.br/download/internacional/pisa/PISA2006-Resultados_internacionais_resumo.pdf. Acessado em 10.02.10.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, INEP (2009) Programa Internacional de Avaliação de Alunos – PISA. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/internacional/pisa/>. Acessado em 10.02.10.

Julien, H., Barker, S (2009) How high-school students find and evaluate scientific information: A basis for information literacy skills development, *Library & information Science Research*, v.31, p.12-17.

Korpan, C., Bisanz, G.L., Bisanz, J., Snyder, J. (1999) Reading news briefs about Science: How education is related to the questions people ask. Apresentação realizada no Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston-USA. Disponível em: http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/custom/portlets/recordDetails/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=ED446924&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=ED446924. Acessado em 10.02.10.

Kosminsky, L., Giordan, M. (2002) Visões de Ciências e sobre Cientista entre estudantes do Ensino Médio, *Química Nova na Escola*, n.15, maio, p.11-18.

Kováč, L. (2006) Science, an essential part of culture, *EMBO reports*, v.7, n.2.

Kuenzer, A. Z. (2001) O que muda no cotidiano da sala universitária com as mudanças no mundo do trabalho?, in Castanho, S.; Castanho, M. E., *Temas e textos em metodologia do ensino superior*. Campinas: Papirus, p.15-28.

Laaser, W. (1997) *Manual de criação e elaboração de materiais para educação à distância*, Ed. Univ. de Brasília, Brasília.

Laburú, C.E., Arruda, S.M. (2002) Reflexões Críticas sobre as Estratégias Instrucionais Construtivistas na Educação Científica, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 24, n.4.

Likert, R. (1932) A technique for the measurement of attitudes. *Arch. Psychol.*, 140, 5-55.

Lüdke, M., André, M.E.D.A. (1986) *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo: EPU.

Luzzi, D.A. (2007) O papel da educação a distância na mudança de paradigma educativo: da visão dicotômica ao continuum educativo. Tese de doutorado. 415p. Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo. São Paulo.

Martins, A.R., Moço, A. (2009) Educação a distância vale a pena?, Revista Nova Escola, edição 277.

Massi, L., Santos, G.R., Ferreira, J.Q., Queiroz, S.L., (2009) Artigos científicos como recurso didático no ensino superior de Química, Química Nova, v.32, n. 2, p.503-510.

Meier, M. (2004) The Black Box. Disponível em: <http://teacher.kent.k12.wa.us/kentlake/mimbruglio/documents/blackbox.pdf>. Acessado em 10.02.10.

Moreira, I.C. (2009) Educação científica e a popularização da ciência e tecnologia no Brasil, Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/painelsetorial/palestras/IIdeuMoreira.pdf>. Acessado em 10.02.10.

Mortimer, E.F. (1996) Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?, Investigações Científicas em Ensino de Ciências, v.1, n.1, p.20-39.

Mortimer, E. Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Scott, P. (1999) Construindo conhecimento científico na sala de aula, Quím. Nova na Escola, n.9, p.31-40.

Negrete, A., Lartigue C. (2004) Learning from education to communicate science as a good story, Endeavour, 28(3):120-4.

Norris, S.P.; Phillips, L.M. (2003) How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. Science Education, v.87, n.2, p.224-240.

Novak, J.D. (1990) Concept mapping: a useful tool for science education, Journal of Research in Science Teaching, 27(10), 937-949.

Oliveira, A. G., Barreto, F. S., Filho, H. C., Domingues, I, Beirão, P. S. L., Barbosa, R. A. N. M., Almeida, V. A. F. (2000) Preparando o futuro: educação, ciência e tecnologia – suas implicações para a formação da cidadania, Rev. Bras. Est. Pedag., Brasília, v.81, n.198, p.316-341.

Oliveira, M.K. (1995) Vygotsky – Aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico, 111p, 3ª ed, Ed.Scipione.

Passerini, K., Granger, M.J. (2000) A developmental model for distance learning using the Internet, Computers & Education, 34, p.1-15

Patton, M. Q. (2002) Qualitative Evaluation and Research Methods, 3rd ed., Sage, Newbury Park, CA.

Paula, H.F., Lima, M.E.C.C. (2007) Educação em Ciências, letramento e cidadania, Química Nova na Escola, n.26, p.3-9.

Ratcliffe, M. (1999) Evaluation of abilities in interpreting media reports of scientific research, Int. J. Sci. Educ., v.21, n.10, p.1085-1099.

Ratcliffe, M., Millar, R. (2009) Teaching for Understanding of Science in Context: Evidence from the Pilot Trials of the Twenty First Century Science Courses. *Journal of Research in Science Teaching*, v.46, n.8, p.945–959.

Russell, B. (1949) *A Perspectiva Científica*, 4a ed., tradução de 1977, Companhia Ed. Nacional, São Paulo, SP.

Sá, L. P., Queiroz, S.L. (2007) Promovendo a argumentação no ensino superior de química, *Química Nova*, v.30, n.8, p.2035-2042.

Sahin, S. (2008) The relationship between student characteristics, including learning styles, and their perceptions and satisfaction in web-based courses in higher education. Disponível em: http://tojde.anadolu.edu.tr/tojde29/articles/article_8.htm. Acessado em 10.02.10.

Salomon, M (2007) Oferta de trabalho está desequilibrada, in *Caderno Dinheiro*, *Jornal Folha de São Paulo*, SP, 8/11/07.

Santos, A.R., Firme, C.L., Barros, J.C. (2008) A internet como fonte de informação bibliográfica em Química, *Quím. Nova*, v.31, n.2, p.445-451

Santos, W.L.P. (2006) Letramento em Química, educação planetária e inclusão social. *Química Nova*, v.29, n.3, p. 611-620.

Santos, W.L.P. (2007) Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios, *Revista Brasileira de Educação* v. 12 n. 36, p.474-550.

Santos, W.L.P., Mortimer, E.F. (2000) Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. *Ensaio*, v.2, n.2, p.133-162.

Sax, G (1996), *Principles of education ad psychological measurement and evaluation*, 4ª edição, Belmont: Wadsworth Publishing Company, 688p.

Schnetzler, R.P., Santos, W.L.P. (2003) *Educação em química: um compromisso com a cidadania*, 144p, 3ª edição, Ed. Unijuí, Ijuí-RS.

Scotchmoor, J., Thanukos, A., Potter, S. (2009) Improving the public understanding of science: new initiatives. *American Journal of Botany*, 96(10): p.1760-1766.

Tang, B.L., Gan, Y.H. (2005) Preparing the Senior or Graduating Student for Graduate Research, *Biochem. Mol. Biol. Educ.*, 33, p.277-280.

The Corporate Europe Observatory (CEO) *Forum on Education and Technology* - 2001.

UNESCO (1990) *Declaração Mundial sobre Educação para Todos: satisfação das necessidades básicas de aprendizagem*. Jomtien. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000862/086291por.pdf>. Acessado em 10.02.10.

UNESCO (1998) *World Conference on Higher Education - Higher Education in the Twenty-first Century: Final Report*. 1, Paris, 136p.

UNESCO (2000) Educational World Forum: Final Report, Graphoprint, Paris, 83p.

Ural, o (2007) Attitudes of graduate students toward distance education, educational technologies and independent learning. Disponível em: http://eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/3a/e5/b4.pdf. Acessado em 10.02.10.

Vargas, L. H. M. (2001) A bioquímica e a aprendizagem baseada em problemas. Disponível em: <http://sbbq.org.br/revista/artigo.php?artigoid=5>. Acessado em 10.02.10.

Vieira, M.V.G. (2001) Alta taxa de evasão, in Proposta de um Modelo de Sistema para Monitoramento da Educação a Distância em Cursos de Nível Superior Utilizando Ferramentas de Tecnologia da Informação, p. 21-2 Disponível em: <http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/7376.pdf>. Acessado em 10.02.10.

Yokaichiya, D.K., Galembeck, E., Braga, D.B., Torres, B.B. (2004) Aprendizagem colaborativa no ensino à distância – análise da distância transacional, Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/041-TC-B2.htm>. Acessado em 10.02.10.

Yu, S.; Yang, K.F. (2006) Attitudes toward web-based distance learning among public health nurses in Taiwan: A questionnaire survey. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T7T-4HDGBNW-2&_user=5674931&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_version=1&_urlVersion=0&_userid=5674931&md5=dd081a8551f8082d9ccf4aef7fd82f86. Acessado em 10.02.10.

Watson, S. (2004) The scientific method: is it useful?, Science scope.

Wood, E.J. (1988) Tutorials and small group teaching. Biochem.Educ., 16 (1), p.13-16.

Wood, W.B., Gentile, J.M. (2003) Teaching in a Research Context, v.302 Science.

Apêndice

Apêndice A: Material da disciplina

Introdução à Ciência QBQ 2006

Professores:
Prof. Dr. Bayardo B. Torres
Paulo de Avila Junior

Departamento de Bioquímica
Instituto de Química – USP
1º Semestre de 2007

Agradecimentos

Autores deste material: Paulo de Ávila Junior
Prof. Dr. Bayardo B. Torres

Atenção¹:

Você pode usar, copiar, distribuir ou exibir esta obra sob as seguintes condições:

1. Dê crédito aos autores originais;
2. Você não pode utilizar esta obra com finalidades comerciais;
3. Você não pode alterar, transformar ou criar outra obra com base nesta (vedada a criação de obras derivadas).

¹ Atenção derivada das normas disponíveis em: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/br/>

Índice

Cronograma	163
Apresentação	164
Procedimentos	164
Módulo 1: Introdução aos Artigos Científicos	
Aula 1: Ciência e Senso Comum	165
Aula 2: Diferentes concepções sobre Ciências.....	168
Aula 3: Obtenção do conhecimento científico – Metodologia Científica	173
Aula 4: Como o conhecimento científico é divulgado	177
Aula 5: Princípios de Lógica	194
Aula 6: Dedução e Indução	199
Aula 7: Referagem	204
Módulo 2: Projetos de Pesquisa	
Aula 8: Escolha do problema/tema a ser investigado	207
Aula 9: Palestra: Evolução da Ciência	208
Aula 10: Revisão bibliográfica	209
Aula 11: Materiais e Métodos	213
Aula 12: Apresentação oral dos projetos.....	214
Aula 13: Agências de Financiamento	215
Aula 14: Análise dos resultados obtidos no projeto submetido	218
Atividades extraclasse	
<u>Módulo 1</u>	
Atividade I: Familiarização com a publicação científica.....	193
Atividade II: Desenvolvendo discussão e conclusão	204
Atividade III: Simulando a análise de um artigo para publicação.....	204
<u>Módulo 2</u>	
Atividade IV: Revisão bibliográfica	213
Atividade V: Redigindo uma metodologia e preparando uma apresentação oral	214
Atividade VI: Escrevendo o projeto	215
Atividade VII: Escrevendo o artigo deste projeto	218
Referências	219

Cronograma

Data	Programa
07/03	Apresentação do curso Aula 1: Ciência e Senso Comum
14/03	Aula 2: Diferentes concepções sobre Ciências
21/03	Aula 3: Obtenção do conhecimento científico – Metodologia Científica Experimento das caixas (início da aula)
28/03	Aula 4: Como o conhecimento científico é divulgado? Atividade extraclasse I
11/04	Aula 5: Princípios de Lógica Entrega da Atividade extraclasse I
18/04	Aula 6: Dedução e Indução Atividade extraclasse II
25/04	Aula 7: Referagem Entrega da Atividade extraclasse II / Atividade extraclasse III
02/05	Aula 8: Escolha do problema/tema a ser investigado Entrega da Atividade extraclasse III
09/05	Aula 9: Palestra: Evolução da Ciência Prof. Dr. Francisco Gorgônio da Nóbrega.
16/05	Aula 10: Revisão bibliográfica (Sala Multimídia – Sala 0168) Atividade extraclasse IV
30/05	Aula 11: Materiais e Métodos Entrega da Atividade extraclasse IV / Atividade extraclasse V
06/06	Aula 12: Apresentação oral dos projetos Entrega da Atividade extraclasse V / Atividade extraclasse VI
13/06	Aula 13: Agências de Financiamento (Sala 0168) Entrega da Atividade extraclasse VI
20/06	Aula 14: Análise dos resultados obtidos no projeto submetido Avaliação do Curso / Atividade extraclasse VII
27/06	Prazo máximo de entrega da Atividade extraclasse VII

Critério de Avaliação

Nota nas atividades propostas.

Professores	e-mail	Sala	Telefone
Bayardo B. Torres	bayardo@iq.usp.br	750	3091.3810 r:250
Paulo de Ávila Jr	de_avila_jr@yahoo.com.br	750	3091.3810 r:251

Apresentação

Este curso tem como principal objetivo aproximar os estudantes dos primeiros anos de graduação da metodologia científica, visando uma progressiva autonomia intelectual. Outras habilidades também serão estimuladas, como o trabalho em equipe, tomadas de decisões, comunicação verbal e não-verbal, uso de língua estrangeira e tecnologias de informação e comunicação.

O curso está planejado em dois módulos. O primeiro módulo denominado *Introdução aos Artigos Científicos*, consiste numa familiarização do aluno com os artigos científicos. É iniciado com a diferenciação entre conhecimento popular (senso comum) e conhecimento científico. Em seguida, analisa diferentes concepções de ciências, como o conhecimento científico pode ser obtido e divulgado, princípios de lógica e referagem.

O segundo módulo denominado *Projetos de Pesquisa*, tem por principais objetivos a elaboração de projetos de pesquisa, em nível de iniciação científica, seu financiamento e a simulação da escrita de um artigo científico, *paper*, (divulgação do conhecimento científico).

Com isso, espera-se que ao final dessas atividades os alunos sejam capazes de identificar e compreender trabalhos científicos de pesquisa e de formular projetos científicos de pesquisa em temas relevantes para sua profissão.

Procedimentos

Este curso será iniciado com a divisão dos alunos em grupos de 3 ou 4 componentes. É interessante uma composição heterogênea, ou seja, se possível grupos com alunos de diferentes cursos. O orientador acompanhará todo o desenvolvimento de todas as atividades extraclasse, esclarecendo dúvidas, recebendo as atividades, orientando.

Eventual contato com o orientador fora do período de aula deverá ser agendado previamente pelos grupos durante a aula, por telefone ou por e-mail (p. 4).

MÓDULO 1:

INTRODUÇÃO AOS ARTIGOS CIENTÍFICOS

Aula 1: Ciência e Senso Comum

Ser bom em ciências, como ser bom no senso comum, não é saber soluções e respostas já dadas. Essas podem muito bem ser encontradas em livros e receituários. Ser bom em ciência e no senso comum é ser capaz de inventar soluções.

Dê um peixe a um homem faminto. Quando o peixe acabar e a fome voltar, ele retornará para pedir mais. Ensine o homem a pescar. Ele nunca mais voltará.

O mesmo é verdade acerca do senso comum e da ciência. Pessoas que sabem as soluções já dadas são mendigos permanentes. Já as que aprendem a inventar soluções novas abrem portas até então fechadas e descobrem novas trilhas. A questão não é saber uma solução já dada, mas ser capaz de aprender maneiras novas de sobreviver. (Rubem Alves)

Leia o texto abaixo² e responda as questões a seguir.

Ciência e Senso Comum

Quando nos dispomos a falar da Ciência e da Metodologia da Ciência, parece oportuno distinguir o que chamamos de conhecimento vulgar (não-científico, do senso comum) e conhecimento científico.

O conhecimento vulgar

Muito antes do advento da ciência moderna, o homem adquiriu, em contato com a natureza, os mais variados conhecimentos. Durante o desenrolar da história, sempre evidenciou dois elementos básicos em sua constituição: a curiosidade e a necessidade de sobrevivência. Como consequências imediatas da prática dessas qualidades humanas, advieram, advêm e advirão explicações as mais diversas dos fatos que nos cercam, assim como transformações do meio ambiente em que o homem se encontra radicado.

O homem primitivo explicava os fenômenos (o trovão, por exemplo) como sinais de reprovação que um Ser Superior manifestava para com os comportamentos individuais ou sociais. Ainda hoje são típicas certas explicações de fenômenos por meio de provérbios, credices ou superstições, sobretudo no meio rural. Por outro lado, o homem aprendeu a tirar proveito da natureza, utilizando, por exemplo, o fogo, transformando a matéria-prima em utensílios para vestimenta, abrigo, defesa, etc.

Aquelas explicações, contudo, não são científicas. Muito de verdade elas podem encerrar. Mas as verdades são incapazes de constituírem generalizações objetivas, isto é, de

² Adaptado de: Souza, A. J. M., et al (1976) Ciência e Senso Comum, in *Iniciação à Lógica e à Metodologia da Ciência*, Cultrix, São Paulo, p. 13-16.

explicarem os fenômenos por suas conexões. Elas fazem parte do que chamamos de conhecimento vulgar, uma vez que esse conhecimento não-científico é fruto de ato espontâneo do espírito, ametódico, assistemático e particular.

As afirmações fundamentadas no senso comum “são, em geral, imprecisas e, freqüentes vezes, aproximam coisas e processos que diferem de maneira essencial (...) Tendem a ser fragmentárias (...) por fim (...) desprezam possibilidades outras para enfrentar problemas concretos, mantendo vigência por força da autoridade conferida por um costume que não se critica (...)”. Podemos, assim, dizer que o senso comum forma o primeiro degrau da Ciência, pois muitas das inúmeras ciências surgiram da preocupação prática do conhecimento vulgar. Assim, a Biologia nasceu da preocupação com resolver problemas relativos à saúde humana e à criação de animais; e a Economia surgiu dos problemas da administração doméstica e política.

O conhecimento científico

Que distingue o conhecimento vulgar do científico? Partamos de uma das conceituações da Ciência para melhor caracterizar o conhecimento científico: “(...) Ciência é um conjunto de conhecimentos em torno de um determinado objeto, obtido com determinados critérios metódicos e sistemáticos num organismo logicamente construído”. Destarte, a Ciência difere do conhecimento não-científico por formar um sistema intelectual, impessoal e não-emotivo, sistema este que procura explicar “por que” e “como” os fenômenos ocorrem, tentando evidenciar os fatos que surgem correlacionados. Somente quando relacionados uns aos outros é que passam a constituir um corpo de conhecimentos científicos. Assim, a afirmação de que “o peso de qualquer objeto depende do campo de gravitação”, ou de que “a cor de algum objeto depende da luz que ele reflete” é científica – em virtude de estabelecer relações entre fenômenos. O interesse do químico não se restringe a uma reação específica, num tubo de ensaio; o sociólogo não se limita a investigar uma ação isolada.

Portanto, a Ciência tem origem no desejo de achar explicações que sejam, ao mesmo tempo, sistemáticas e metódicas. “Explicar, estabelecer certa relação de dependência entre proposições aparentemente desvinculadas, pôr de manifesto, sistematicamente, conexões entre temas de informação variada: tais são as características distintivas da investigação científicas”.

Esses traços distinguem o conhecimento vulgar do científico. No entanto, o traço basilar que nos possibilita diferenciar o senso comum do conhecimento científico é o método científico, caracterizado, principalmente, por sua finalidade, que é obter um conhecimento objetivo e sistemático dos fenômenos do Universo. “(...) O método científico é um modo de tratar problemas intelectuais, não coisas, nem instrumentos, nem pessoas; conseqüentemente, pode ser utilizado em todos os campos do conhecimento”. Daí a razão do emprego, por parte de qualquer cientista, daqueles elementos que formam o “processo intelectual”, entre os quais se destacam os métodos dedutivo, indutivo e hipotético-dedutivo que nos auxiliam a formular leis, explicações e teorias científicas.

Todavia, não se deve confundir método com técnica. As ciências diferem por seu objeto (campo específico de estudo) e por suas técnicas. A técnica empregada para chegar-se à afirmação sociológica de que “o número e a força das classes médias estabilizam uma sociedade” é diversa da que é utilizada na Química para se chegar à conclusão de que “o hidrogênio e o oxigênio se combinam para formar água”. Assim, as técnicas comumente variam conforme o assunto de que se trata, e se alteram de acordo com o desenvolvimento tecnológico. E releva dizer que o dinamismo científico, onde ficam evidenciadas as regularidades e conexões entre os fenômenos, tem como objetivo principal a edificação de teorias.

Ciência e metodologia da ciência

O que caracteriza a Ciência é o seu método – que é comum a todos os campos do conhecimento (científico). Daí não existir ciência sem método.

Mas, que relação existe entre Ciência e Metodologia da Ciência? A Metodologia da Ciência é “metaciência”, isto é, um estudo que tem por objeto a própria Ciência. De fato, ela trata do método geral da Ciência e não das técnicas específicas de cada ciência.

Porém, de que maneira a Metodologia da Ciência estuda o método geral da Ciência? Estuda-se sob dois aspectos: o descritivo e o da análise reflexiva. Assim é que, ao abordar o processo científico, a Metodologia da Ciência, além de descrever o que são os métodos dedutivo, indutivo e hipotético-dedutivo, incluindo outros procedimentos que levam à formulação de hipóteses, elaboração de leis, explicações e teorias científicas, também faz uma análise crítica desse procedimento. (...) Enfim, a Metodologia da Ciência ajuda-nos a entender, de maneira sistemática, a investigação científica.

Exercícios

1. Analisar as afirmações abaixo e responder a qual tipo de conhecimento cada uma pertence: Conhecimento Popular (P), Conhecimento Científico (C), Ambos (A) ou Não Sei (N).
 - a. () A ingestão de berinjela diminui os níveis de colesterol em humanos.
 - b. () Os seres vivos têm DNA.
 - c. () A ingestão de suplemento vitamínico é uma prática recomendável.
 - d. () A irradiação é um bom método para esterilizar alimentos.
 - e. () A penicilina é um antibiótico natural produzido por um fungo.
 - f. () Manga com leite é prejudicial à saúde.
 - g. () A maioria das descobertas científicas foi feita por acaso.
 - h. () Mulheres não são boas motoristas.
 - i. () Chocolate e amendoim são afrodisíacos.
 - j. () Comer gelatina previne rugas.
 - k. () Se está comprovado cientificamente, é verdade.
 - l. () Para cada cabelo branco arrancado, nascem outros dois também brancos.
 - m. () O cozimento dos alimentos diminui seu valor nutritivo.
 - n. () Para perder peso, deve-se queimar calorias.
2. Quais os critérios para diferenciar o conhecimento científico do popular?
3. O que precisaria ser feito para tornar cada uma das afirmações (P) ou (N) em afirmações (C)?
4. Certo dia, José estava sentado debaixo de uma goiabeira quando de repente caiu uma goiaba em sua cabeça. Próximo a ele estavam três pessoas: um padre, um artista plástico e uma dona de casa. Cada um dos quatro reagiu a este fato de maneira diferente. A dona de casa imaginou que a goiaba caiu porque é sempre assim que acontece. Para o padre, o fato de a goiaba cair representa a vontade divina. José justificou o fato pela alta velocidade eólica no momento, porque a goiaba já estava bem madura e a ação da gravidade provocou a queda. O artista plástico não procurou justificativa, mas imaginou uma tela na qual utilizaria a figura de uma goiaba partida.
 - a. Alguma das explicações tem caráter científico?

- b. Alguma das explicações é imprópria?
- c. Há contradição entre as reações?

5. Estude os casos e responda as questões a seguir:

Caso 1: Dona Madalena, 57 anos, é dona de casa, cuida da economia de sua casa, vai à feira e ao supermercado. Não se formou em coisa alguma. Quando tem de preencher formulários, diante da informação “profissão” ela escreve “do lar”.

Caso 2: Sr. Joaquim, 32 anos, trabalha na construção civil. Ao concluir o ensino médio regular, foi trabalhar como pedreiro e não voltou mais a estudar.

Caso 3: Dra. Heloisa, 47 anos, nutricionista, trabalha em um hospital todas as manhãs e é docente em uma universidade à noite.

- a. Os comportamentos de dona Madalena e Sr. Joaquim devem ser mais guiados pelo senso comum ou pela metodologia científica? E o da Dra. Heloisa?
- b. Qual a consequência desse comportamento para o dia a dia de cada um?
- c. Por que aprender metodologia científica?

Aula 2: Diferentes concepções sobre Ciências

É do desejo que surgem a música, a literatura, a pintura, a religião, a ciência e tudo que se poderia denominar criatividade. Mas é também do desejo que surgem as ilusões e os preconceitos. Esta é a razão por que a ciência, desde os seus primórdios, tratou de inventar métodos para impedir que os desejos corrompessem o *conhecimento objetivo* da realidade. (Rubem Alves)

Em grupo, leia o texto e responda as questões a seguir.

É bastante comum ler ou ouvir diferentes tipos de classificação para o termo *ciências*. Um exemplo está no quadro³ 1.

Com o atual desenvolvimento científico nas diversas áreas do saber, parece simples fazer as distinções acima, tomando como base, por exemplo, as semelhanças e diferenças de cada uma destas áreas. O que não parece tão simples é a definição de *ciências*. Faça um teste: defina mentalmente, mas rapidamente, o termo *ciências*.

Segundo o dicionário Houaiss, a palavra *ciências* pode assumir diversos e diferentes significados. Por exemplo, 1. conhecimento atento e aprofundado de alguma coisa; 2. processo racional usado pelo homem para se relacionar com a natureza e assim obter resultados que lhe sejam úteis; 3. conhecimento que, em constante interrogação de seu método, suas origens e seus fins, procura obedecer a princípios válidos e rigorosos, almejando coerência interna e sistematicidade.

Com o intuito de melhor caracterizar a atividade científica, alguns filósofos da Ciência como Karl Popper, Thomas S. Kuhn, Paul Feyerabend e Imre Lakatos apresentaram suas concepções sobre Ciências, que estão resumidas a seguir.

³ Gewandsznajder, F. (1989) A divisão e a classificação das ciências, in *O que é o método científico*, p. 12 e p. 16, Livraria Pioneira Ed., São Paulo.

Quadro 1: Classificação das Ciências.

1. Karl Popper (1902-1994)

Segundo Popper, a ciência começa a partir de problemas. Destes problemas, hipóteses falsificáveis são propostas pelos cientistas como soluções. As hipóteses são então criticadas e testadas. Algumas são rapidamente eliminadas. Outras podem se revelar mais bem sucedidas. Quando uma hipótese passou por uma ampla gama de testes rigorosos com sucesso é temporariamente aceita até que seja falsificada; a partir de então, surge, além do original, um novo

problema. Este novo problema pede a invenção de novas hipóteses seguindo-se a crítica e testes renovados.

A partir das hipóteses, certas conclusões podem ser deduzidas. As conclusões são comparadas entre si, a fim de testar a consistência interna do sistema. A forma lógica da teoria é investigada para verificar se ela tem o caráter de uma teoria científica dedutiva ou empírica indutiva. Finalmente, as conclusões são testadas experimentalmente: se as predições são confirmadas, a hipótese é comprovada. Se não, a hipótese deve ser modificada ou substituída.

Falsificação ao invés de verificação é a característica central da filosofia de Popper e toda a tentativa para testar uma teoria é a tentativa para falsificá-la.

Por exemplo, duas afirmações simples que podem ser falsificáveis no sentido pretendido:

1. Nunca chove às quartas-feiras.
2. Todas as substâncias se expandem quando aquecidas.

A afirmação (1) é falsificável porque ela pode ser falsificada com a observação de chuva caindo numa quarta-feira. Já a afirmação (2) pode ser falsificada com uma proposição de observação para o efeito de que uma substância x não se expande quando aquecida num tempo t . A água perto de seu ponto de congelamento serviria para falsificar (2).

O cientista deve ser bastante crítico e rigoroso, não só com seus estudos, mas também com a teoria. Com isso, Popper procura distinguir o cientista crítico do cientista dogmático. Conseqüentemente, acredita que o progresso científico consiste num constante questionamento e análise, críticos, dos fatos, informações, teorias e observações (ou manifestações naturais) em conjunto.

Segundo Popper, a observação é parcial, isto é, sofre influência do cientista, e, portanto, não fornece uma base segura para o conhecimento. Portanto, “a busca da certeza, de uma base segura para o conhecimento, tem que ser abandonada”.

Por fim, embora não se possa dizer legitimamente de uma teoria que ela é verdadeira, pode-se confiantemente dizer que ela é a melhor disponível, que é melhor do que qualquer coisa que veio antes. Em geral, uma teoria nova será aceita como digna da consideração dos cientistas se ela for mais falsificável que sua rival, e especialmente se ela prevê um novo tipo de fenômeno não tocado pela rival.

2. Thomas S. Kuhn (1922-1996)

Segundo Kuhn, a *Ciência* caminha através de fases sucessivas de revolução e consolidação. A fase de consolidação, denominada por ele, *ciência normal* corresponde a um período em que a comunidade científica explora e desenvolve ao máximo o paradigma (teoria) adotado. Nesta fase, o cientista não deve ser crítico ao paradigma em que trabalha, mas concentrar seus esforços, por exemplo, na busca de novos conhecimentos, desenvolvimento de técnicas e capacitação profissional. Seria como se o cientista “ganhasse” tempo. Entretanto, se todos os cientistas permanecessem *cientistas normais*, a ciência ficaria presa a um único paradigma e não progrediria nunca para além dele. Este seria um erro grave, do ponto de vista kuhniano. Com isso, a ciência deve possuir um meio de romper com um paradigma para um paradigma melhor, a fase de revolução.

A fase de revolução, mais precisamente *revolução científica*, corresponde a um período em que diversos problemas não são mais resolvidos pelo paradigma vigente (período de crise), colocando-o em risco. Esta crise é resolvida quando surge um paradigma inteiramente novo que pode resolver as dificuldades e fornecer orientação para uma nova ciência normal, além de atrair a adesão de um número crescente de cientistas. Cabe ressaltar que comparações entre paradigmas conflitantes é difícil, pois não há linguagem independentemente do paradigma. Mesmo quando um paradigma utiliza conceitos de um outro mais antigo, ele o faz de um modo novo. Um paradigma é composto de suposições teóricas e gerais e de leis e técnicas para a sua aplicação, adotadas por uma comunidade científica específica.

Problemas que permanecem sem resposta dentro de um paradigma são vistos como anomalias, e não falsificações do mesmo. Conseqüentemente, embora existam tais problemas, a crise não é estabelecida. Entretanto, uma anomalia será considerada séria caso ataque os fundamentos de um paradigma e resista, persistentemente, às tentativas dos membros de uma comunidade científica normal em resolvê-la.

Com isso, segundo Kuhn, o progresso científico se passa por saltos, ou seja, trabalha-se em um paradigma (ciência normal) até que surjam dados conflitantes suficientes ao paradigma vigente (revolução científica). Em seguida, aumenta-se o conhecimento dentro deste novo paradigma (ciência normal), Figura 1, obtendo-se um ciclo.

Figura 1:

Deste modo, embora o mundo não mude com uma mudança de paradigma, depois dela o cientista trabalha em um mundo diferente.

3. Paul Feyerabend (1924-1996)

Feyerabend, por outro lado, nega que exista um método científico objetivo. Observa que todas as tentativas para caracterizar um método científico falharam, e nenhuma resiste à sondagem histórica. Sem caos, nenhum conhecimento. Sem uma destituição freqüente da razão, nenhum progresso.

O que mais caracteriza as idéias de Feyerabend é que ele não acredita que exista uma metodologia única para todas as ciências e, por isso, nega a racionalidade do método científico. Admite que as ações apresentam caráter subjetivo, e daí, depende da teoria de quem as efetua. Porque a ciência apresenta este caráter subjetivo, Feyerabend ressalta outros parâmetros muito importantes para o pesquisador desenvolver uma pesquisa de qualidade, por exemplo, o prazer, a felicidade e o bem estar. Com isso, da mesma forma que para Popper e Kuhn, para Feyerabend a ciência não é neutra.

Feyerabend acredita que a ciência sempre ocorreu a despeito do método e, por isso, é conhecido tanto pela teoria do "tudo vale" quanto pelo apelido de "anarquista" científico. Cabe ressaltar que a "teoria" do tudo vale não significa dizer falta de critérios, mas que a atividade científica tem mais fatores que a influenciam do que meramente a metodologia científica (por exemplo, diferentes contextos (social, histórico, político), preconceitos, mascaramentos indevidos, falta de ética profissional, dentre outros).

Além disso, acredita que o desenvolvimento científico está associado a dois princípios: a tenacidade e a proliferação das teorias. A tenacidade está relacionada ao apego do cientista à teoria escolhida, tentando trabalhá-la mesmo quando há evidências contrárias a seu uso e o princípio da proliferação está relacionado ao cientista criar alternativas novas às teorias já existentes.

4. Imre Lakatos (1922-1974)

Descreve a Ciência em termos de estruturas metodológicas e conceitualmente complexas (programa de pesquisa), que guiam o trabalho futuro dos cientistas indicando linhas de desenvolvimento (a heurística positiva) e especificando o que não pode ser feito (a heurística negativa).

Um programa de pesquisa pode ser progressivo (quando leva à descoberta de fenômenos novos) ou degenerescente (quando fracassa na descoberta de fenômenos novos). Além disso, um programa de pesquisa apresenta um *núcleo irreduzível*, que o caracteriza. Este núcleo assume a forma de uma hipótese teórica muito geral que constitui o ponto de partida do qual o programa deve se desenvolver.

Segundo Lakatos, a ciência progride por meio da competição entre os programas de pesquisa. Além disso, um programa de pesquisa será melhor que seu rival se for mais progressivo e o objetivo da ciência é a verdade, e a metodologia dos programas de pesquisa fornece a melhor maneira de avaliar o sucesso na aproximação a ela.

Alguns termos propostos por Lakatos se assemelham à concepção kuhniana. Por exemplo, o núcleo irreduzível corresponde ao paradigma e o programa de pesquisa à ciência normal. E da mesma forma que não há questionamento quanto aos paradigmas dentro da ciência normal, não se questiona o núcleo irreduzível dentro do programa de pesquisa (Figura 2).

Uma diferenciação com a teoria de Kuhn se estabelece quando Lakatos diz que é importante haver a coexistência e competição entre programas de pesquisa, deixando então, o desenvolver científico um pouco mais “revolucionário”.

Figura 2:

Lakatos sugere que deva ser dado tempo para o desenvolvimento do programa de pesquisa, obtido também pelo cinturão de proteção, antes que este seja submetido a testes rigorosos. Acredita que quando o programa estiver suficientemente desenvolvido para permitir testes, confirmações ao invés de falsificações serão significantes. Uma questão à qual Lakatos não responde é: quanto tempo deve-se aguardar para considerar que um programa de pesquisa esteja em degeneração?

Acredita que as grandes teorias não podem ser derrubadas por experimentos. Isso porque os experimentos são passíveis de questionamentos, ou seja, ao serem elaborados ou analisados são submetidos à avaliação humana, a qual é subjetiva e dependente de teoria (semelhança com Feyrabend e não-neutralidade admitida por todos).

E excluí a possibilidade da utilização de hipóteses *ad hoc*, as quais correspondem a uma modificação numa teoria, tal como o acréscimo de um postulado extra ou uma mudança em algum postulado existente, que não tenha consequências testáveis, e que já não fossem consequências testáveis da teoria não-modificada.

Questões

1. No texto de Popper há uma diferenciação entre cientista crítico e cientista dogmático. O que você entende por esta distinção?
2. Identifique as semelhanças e diferenças entre os autores acima em relação às concepções sobre evolução da ciência.
3. Você acredita que a metodologia científica é imparcial?
4. O texto abaixo foi dito por um filósofo da ciência atual⁴.
 “Cientistas das chamadas ciências exatas freqüentemente se riem de seus companheiros das ciências humanas e chegam a perguntar se tais ciências são mesmo ciências. A questão está mal abordada. O rigor das ciências da natureza não se deve, em absoluto, a que elas sejam mais rigorosas e seus métodos mais precisos. Acontece que o bicho com que lidam é muito doméstico, manso, destituído de imaginação, faz sempre as mesmas coisas, numa rotina enlouquecedora, freqüenta os mesmos lugares. Tanto assim que é possível prever onde estarão o Sol, a Terra e a Lua daqui a cem mil anos”.
 a. Algum dos textos apresentados anteriormente aplica-se as ciências humanas?
 b. Você concorda com a resposta deste filósofo?

⁴ Alves, R (2004) Pescadores e anzóis, in *Filosofia da Ciência- Introdução ao jogo e a suas regras*, Ed. Loyola, São Paulo, p. 103-4

Curiosidade⁵:

Tycho Brahe foi um grande astrônomo, contemporâneo de Kepler. Observador metódico, metuculoso, incansável. Registrou com rigor os movimentos e as posições dos astros e fez tabelas de suas observações. Entretanto, nunca chegou a formular a hipótese da centralidade do Sol. Kepler, com sérias limitações como observador – vista muito ruim – tinha a vantagem de uma imaginação fértil. Ganhava mesmo um pouco de dinheiro como astrólogo. Sua mente inquieta o impeliu a fazer perguntas que o levaram à descoberta das três leis da gravitação universal, utilizando os dados coletados por Brahe.

Aula 3: Obtenção do conhecimento científico – Metodologia Científica

O sol girando em torno da Terra, a química do flogístico, a idéia de que certos compostos químicos só podiam ser sintetizados por seres vivos (química orgânica), o éter. Todas essas são idéias que foram aceitas e usadas durante certo período, para serem abandonadas depois. O fato de terem sido abandonadas significará, por acaso, que aqueles que as escolheram e com elas trabalharam não eram cientistas? De forma alguma. Não são as idéias que eles tomaram como verdadeiras o que importa, mas a maneira como trabalharam com elas, os métodos empregados. A ciência, nesse caso, se definiria por seu método. (Rubem Alves)

Leia o texto abaixo e responda os exercícios que se seguem.

Há seis principais etapas relacionadas à compreensão moderna do método científico⁶:

1. Reconhecimento e formulação do problema;
2. Coleta de dados relevantes;
3. Proposição de uma hipótese;
4. Deduções de fatos a partir da hipótese;
5. Teste da exatidão da hipótese pela experimentação ou pela coleta de mais dados;
6. Se os resultados forem coerentes com a dedução, a hipótese ficará fortalecida, mas não comprovada.

Reconhecimento e formulação clara de um problema são de fundamental importância na obtenção de conhecimentos a seu respeito até a busca da sua solução. Estes conhecimentos, entretanto, não são obtidos ao acaso, mas devido à curiosidade (ou problema).

Sendo assim, poder-se-ia concluir que não há conhecimento sem a existência de situações problema. Por exemplo, se conseguimos praticar qualquer atividade física, não lembramos nem dos joelhos nem dos punhos, direcionamos nossas energias para correr, nadar ou jogar bola. Entretanto, caso qualquer uma das atividades tenha que ser interrompida surge uma situação problema.

A ciência, bem como o conhecimento de qualquer tipo, se inicia quando alguém faz uma pergunta inteligente⁷. A boa pergunta é o começo da conversa com a natureza (ou com a sociedade). Entretanto, esta pergunta, a que se dá o nome de hipótese, já contém a resposta.

⁵ Alves, R (2004) Decifrando mensagens cifradas, in *Filosofia da Ciência- Introdução ao jogo e a suas regras*, Ed. Loyola, São Paulo, p. 93-4

⁶ Adaptado de Beveridge, W. I. B. (1981) *Métodos Científicos*, in *Sementes da Descoberta Científica*, EDUSP, São Paulo, p. 53-57.

⁷ Alves, R (2004) Decifrando mensagens cifradas, in *Filosofia da Ciência- Introdução ao jogo e a suas regras*, Ed. Loyola, São Paulo, p. 92.

Você poderia se perguntar: como uma pergunta pode conter resposta? É simples. Por exemplo, quando um juiz pergunta: é verdade que você matou a vítima? É verdade que você bate em sua mulher? O interrogado só tem que dizer sim ou não.

O cientista, ao formular a hipótese, diz o que pensa à interrogada, a natureza. E depois lhe pergunta: sim ou não?

Com isso, a hipótese orienta a atenção. Há muitas coisas que podem ser observadas. Suponha que lhe fosse dada uma ordem: "Faça observações cuidadosas sobre este laboratório em que você está e anote-as". Tal ordem não faria sentido algum. Uma pessoa poderia, por exemplo, falar sobre cada um dos livros que se encontram na estante, sobre as vidrarias que estão nos armários, sobre os reagentes, o cheiro, a música que está tocando. Informações infinitas, mas totalmente destituídas de sentido por não haverem sido coletadas em resposta a uma pergunta. A hipótese já determina o que buscar.

Por fim, a dedução corresponde a um processo de raciocínio através do qual é possível, partindo de uma ou mais premissas aceitas como verdadeiras, a obtenção de uma conclusão evidente (a dedução será melhor trabalhada na aula 6).

Exercícios

1. Formule um problema, levante hipóteses e proponha um método para resolvê-lo. Apresentar este exercício aos participantes do curso.
2. O que caracteriza uma boa hipótese?
3. As conclusões provenientes de trabalhos realizados fora do Brasil podem:
 - a. ser aceitas como válidas no Brasil?
 - b. servir de ponto de partida para novas investigações feitas no Brasil?
 - c. tem qualidade dependente do país de origem?
4. A partir dos resumos a seguir, destacar o problema, as possíveis hipóteses levantadas, os dados obtidos e julgar se eles foram satisfatórios ou não para a solução do problema.

4.1⁸ A absorção e acúmulo de Cd e seus efeitos sobre o crescimento relativo foram estudados em aguapé (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) e salvinia (*Salvinia auriculata* Aubl.), em solução nutritiva. O aguapé absorveu quantidade significativamente maior de Cd do que a salvinia, tendo a diferença aumentado com o tempo de exposição ao Cd. O Km da absorção de Cd, estatisticamente igual nas duas espécies aquáticas quando as folhas contatavam a solução nutritiva, tornou-se maior em salvinia quando se impediu fisicamente que as folhas contatassem a solução de absorção. O Vmax de absorção de Cd, por outro lado, foi sempre maior em salvinia, independentemente do contato ou não das folhas com a solução nutritiva. A quantidade de Cd adsorvido e absorvido aumentou com a elevação da concentração de Cd na solução de cultivo, nas duas espécies estudadas, tendo sido maior em salvinia, possivelmente em razão da participação da parte aérea no processo de absorção. O acúmulo de Cd nas plantas, elevado nas primeiras 12 h de exposição, decresceu rapidamente com o tempo de exposição, estabilizando após três dias de exposição. Salvinia apresentou maior acúmulo diário de Cd por unidade de peso mas aguapé maior acúmulo total por unidade experimental. Os teores de Cd aumentaram com o aumento do tempo de exposição e da concentração de Cd na solução nutritiva, nas duas partes da planta das duas espécies, especialmente nas raízes. Cerca de 80% de todo o Cd absorvido acumulou-se nas raízes de aguapé, e a distribuição não foi afetada pelo contato das folhas com a solução nutritiva. Em salvinia, quando se impediu o contato das folhas com a solução nutritiva observou-se uma distribuição do Cd aproximadamente igual à de aguapé. Quando, porém, se permitiu o contato das folhas com a solução nutritiva a parte aérea passou a contribuir com quase 50% do Cd absorvido. As taxas de crescimento relativo decresceram intensamente com o aumento da concentração de Cd na solução nutritiva nas duas espécies aquáticas, especialmente em salvinia. As concentrações de Cd para promover redução de 25%

⁸ Oliveira, J.A., Cambraia, J., Cano, M.A.O., Jordão, C.P. (2001) Rev. Bras. Fisiol. Veg., 13, 3, p.329-41.

no crescimento relativo foram, em média, doze vezes menores em salvínia do que em aguapé, em razão de sua maior sensibilidade a este metal pesado.

4.2⁹ O estudo teve como objetivo avaliar a prevalência da deficiência de vitamina C em 104 crianças de 2 a 6 anos de idade de creches municipais de João Pessoa, PB, bem como analisar a eficácia da suplementação com acerola. Foram realizadas dosagens de vitamina C sérica e de hemoglobina antes e depois da intervenção. Os resultados iniciais mostraram prevalência de 69,2% de carência de vitamina C ($< 0,80$ mg/dL) e 35,7% de crianças com níveis de hemoglobina indicativos de anemia ($Hb < 11,0$ mg/dL); encontrou-se associação entre os níveis de vitamina C e de hemoglobina ($p < 0,01$). Para as 72 crianças com níveis baixos de vitamina C foi oferecido durante 35 dias, 150 mL de suco de acerola (teor médio 565 mg de ácido ascórbico/100 mL). A comparação de níveis séricos médios de vitamina C antes e após a suplementação ($0,52 \pm 0,20$ mg/dL e $1,43 \pm 0,43$ mg/dL, respectivamente) mostrou diferença significativa ($p < 0,001$). Também ocorreu aumento significativo na concentração média de hemoglobina, que de $11,17 \pm 1,46$ g/dL passou a $12,22 \pm 1,52$ g/dL ($p < 0,001$). Considerando-se os resultados obtidos, a disponibilidade e o baixo custo deste fruto regionalmente, justifica-se a proposta de inclusão do mesmo em programas de alimentação para populações de alto risco para a anemia.

4.3¹⁰ Calcium supplements are widely used to prevent osteoporosis. However, little is known about the metabolic effects of different dosages and of the timing of the dosages. The aim was to study the effects of the timing of the dose (study 1), the effects of the size of the dose (study 2), and the effects of small repetitive doses (study 3) of calcium on calcium and bone metabolism in women. The investigation was conducted in 3 parts, each with 10 participants. In study 1, calcium loads (0 and 25 mg/kg body wt) were taken at 0900 and 2100. In study 2, calcium loads of 0, 250, and 1000 mg were taken at 0900. In study 3, calcium loads of 0 and 200 mg were taken 4 times/d. Markers of calcium and bone metabolism were followed. There was no significant difference in the response of serum parathyroid hormone (PTH) to the calcium load taken at 09:00 and that at 21:00. There was a significant dose-response effect of the calcium load on serum ionized calcium ($P = 0.00005$) and serum PTH ($P = 0.0003$). Small calcium doses (200 mg) taken 4 times/d kept the PTH secretion at a lower level than during the control day ($P = 0.016$). None of the doses caused significant changes in the markers of bone formation and resorption measured. The calcium loads had no significant effect on the markers of bone formation and resorption measured, although even small calcium doses decreased serum PTH and increased serum ionized calcium concentrations rapidly. The effect was similar whether calcium was taken in the morning or in the evening.

Leitura complementar:

Quantos modos de pensar você acha que um grande cientista pode apresentar? Você acredita que o cientista pensa de maneira diferente do não cientista? Você acha que o modo de pensar influencia nas atividades diárias? Verifique se o texto seguinte concorda com sua opinião.

Modos de Pensar¹¹

Um grande número de diferentes modos de pensar já foi descrito pelos psicólogos; para servir aos objetivos desta discussão, porém, proponho a classificação simples que se segue:

(a) O *pensamento crítico* é disciplinado e em grande parte dirigido pela consciência pessoal. É um pensamento que segue caminhos lógicos e desenvolve linhas de pensamento incompatíveis com os fatos conhecidos e teorias aceitas. A cada passo pergunta-se: isto é verdade? Está bem confirmado? Existem outras alternativas? Este tipo de pensamento é característico da mente treinada.

Durante toda a sua educação o cientista é treinado para pensar e trabalhar lógica e sistematicamente.

(b) O *pensamento imaginativo* flui livremente, nem sempre é conscientemente dirigido e quase sempre é subjetivo. É usado especialmente pelas crianças, mas também pelos adultos instruídos, quando, por exemplo, sonham acordados. O pensamento imaginativo é, em

⁹ Costa, M.J.C., Terto, A.L.Q., Santos, L.M.P., Rivera, M.A.A., Moura, L.S.A. (2001) Rev. Nutr., 14, 1, p.13-20.

¹⁰ Kärkkäinen, M.U.M., Lamberg-Allardt, C.J.E., Ahonen, S., Välimäki, M. (2001) Am. J. Clin. Nutr., 74, p.335-42.

¹¹ Beveridge, W. I. B. (1981) Modos de Pensar, in *Sementes da Descoberta Científica*, EDUSP, São Paulo, p. 4-6.

grande parte, aquilo que os psicólogos chamam de “fluxo associativo” – o ato de deixar que nossa seqüência de pensamento vagueie e faça associações, relações, ligando uma coisa a outra: similaridades, analogias, relações de pensamento de qualquer espécie. Os sonhos durante o sono geralmente fazem surgir situações absurdas; pode-se fazer o mesmo ao “sonhar acordado”. A criação de imagens mentais pode ser deliberada, ao figurar-se na mente os componentes e a estrutura do problema. As palavras são o material do pensamento crítico, mas podem ser um obstáculo ao pensamento inventivo. Muitos dos grandes cientistas, entre eles Einstein, usaram símbolos visuais ao invés de símbolos verbais, ao tentar resolver um problema. Alguns cientistas se imaginam um dos elementos do problema, tal como uma partícula num núcleo atômico ou uma célula no corpo, lutando contra os micróbios invasores. Tanto quanto deixar os pensamentos fluir livremente, pode-se deliberadamente procurar associações e analogias – dirigir o pensamento por certas linhas não exploradas anteriormente.

(c) *O pensamento desordenado* é ainda menos disciplinado que o pensamento imaginativo. A imaginação desenfreada tem suas próprias e inerentes inibições, suas linhas de pensamento condicionadas, vieses. Para escapar disso, foram elaboradas técnicas que ajudam o pensamento desordenado, livre, que são a base do *brainstorming* (tempestade cerebral), do pensamento lateral e da abordagem morfológica. São técnicas que objetivam desfazer o hábito das associações de pensamento e investigar novas formas de ver um assunto. Informações aparentemente irrelevantes e idéias desordenadas são acolhidas num esforço de perturbar formas de pensamento e dirigi-lo para novos canais. Há muito é sabido que fugir do pensamento convencional é um fato importante para o pensamento criativo; isto é reafirmado no simpósio de Kronberg. Muitos cientistas, filósofos e psicólogos enfatizaram que o ato mental da invenção, da intuição, é uma atividade não-razional. Os defensores do pensamento livre, desordenado, acreditam que tal modo de pensar pode ser melhor alcançado recorrendo-se deliberadamente a uma disposição caótica e irracional, na qual as analogias bizarras, normalmente censuradas pelo subconsciente, são levadas para a mente consciente. As analogias aparentemente anacrônicas nos ajudam a superar as barreiras construídas por frustradas tentativas anteriores. Geralmente não sabemos o que procuramos até que o encontramos, de forma que não podemos identificar com antecedência uma pista certa; a única forma é procurar ao acaso, confiando na habilidade de reconhecê-la quando acontecer de a encontrarmos.

Cada tipo de pensamento tem suas vantagens e suas limitações; todos eles são úteis no lugar e no momento apropriados. O procedimento usual na pesquisa é seguir o pensamento crítico e, somente quando isso falha, mudar para o pensamento imaginativo para tentar encontrar um caminho que contorne a dificuldade. Se também isso falhar, pode-se recorrer ao pensamento livre, na esperança de ver o problema sob nova luz. Surgindo alguma idéia promissora, volta-se para o pensamento crítico para fazê-la dar resultado. Na prática, as diferentes formas de pensamento não são atividades tão acentuadamente separadas, pula-se de uma para outra continuamente.

Não se deve perder de vista o fato de que o pensamento disciplinado e crítico é o *modus operandi* básico da ciência – pode-se dizer que ele é uma característica essencial não apenas da ciência, mas de todas as atividades eruditas. Tendo esse ponto completamente firmado, agora posso dizer que a ciência não se resume nisso e que ele não é o pensamento mais apropriado para a descoberta de novos conceitos, teorias e técnicas, de modo que neste capítulo estaremos mais interessados nas demais formas de pensamento e nos aspectos artísticos da ciência. Karl Popper expressa-se bem ao afirmar: “As idéias ousadas, as intuições injustificáveis e o pensamento especulativo são os nossos únicos meios para interpretar a natureza: nosso único *organum*, nosso único instrumento para compreendê-la”.

Aula 4: Como o conhecimento científico é divulgado?

“O homem vive num mundo de sonhos antes de fatos, e num mundo de sonhos organizado em torno de desejos cujo sucesso ou frustração constitui sua própria existência”. (Rubem Alves)

Publicações científicas e não-científicas

Exercícios

1. Compare os quatro textos apresentados a seguir e preencha a tabela abaixo, marcando X para o texto para o qual a afirmação é válida. Observe a forma em que os textos estão apresentados e não se preocupe com o entendimento total do texto.

	A	B	C	D
Contêm gráficos e tabelas				
É escrito por quem participou da realização do trabalho				
É escrito por pesquisador da área				
É escrito por jornalista especializado				
É publicado em revistas especializadas				
É publicado em revistas dirigidas a público não especializado				
As afirmações são credenciadas pelos resultados ou por referências de outros trabalhos científicos				
Traz dados incontestáveis, sem margem de erro.				
Traz resultados inéditos				
Usa uma linguagem técnica				
Associa resultados experimentais com a divulgação de um produto				
Tem uma estrutura de texto bem definida				
Traz conclusões específicas				
Outro critério diferencial:				

Texto A:

Intoxicação experimental por cebola, *Allium cepa* (Liliaceae), em gatos

Rafael A. Figuera, Tatiana M. Souza, Ingeborg Langohr e Claudio S. L. Barros
Departamento de Patologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

ABSTRACT.- Figuera R.A., Souza T.M., Langohr I. & Barros C.S.L. 2002. [Experimental onion *Allium cepa* (Liliaceae) poisoning in cats.] Intoxicação experimental por cebola, *Allium cepa* (Liliaceae), em gatos. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 22(2):79-84. Depto Patologia, Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900 Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. E-mail: anemiaveterinaria@bol.com.br

Onion poisoning is reported worldwide in several animal species. The toxic principle (n-propyl disulfide) present in onions causes the transformation of hemoglobin in methemoglobin. In order to study the laboratory, gross and histopathological findings in onion poisoning in cats, five 4-month-old cats were fed a single dose of 10g/kg of dried-onion each. Another cat of the same age did not receive the onion meal and served as control. All five cats developed clinical signs of the toxicosis; one of them died within 24 hours of the ingestion of the onion meal. Clinical signs included apathy, tachycardia, tachypnea, and cyanosis. Laboratory findings included hemolytic anemia associated with Heinz bodies and methemoglobinemia. Main necropsy findings were splenomegaly and brown discoloration of blood. Histopathological findings included splenic and hepatic hemosiderosis and multifocal extramedullary hematopoiesis. INDEX TERMS: Poisonous plants, *Allium cepa*, onion, hemolytic anemia, methemoglobinemia, Heinz bodies, diseases of cats, pathology.

RESUMO.- A intoxicação por cebola é relatada em várias espécies animais em muitas partes do mundo. O princípio tóxico (n-propil dissulfito) presente na cebola causa a transformação da hemoglobina em metemoglobina. Para estudar os achados laboratoriais, de necropsia e histopatológicos da intoxicação por cebola em gatos, cinco gatos de quatro meses de idade receberam cada um uma dose única de 10g/kg de cebola desidratada por via oral. Um outro gato de mesma idade não recebeu a refeição com cebola e serviu como controle. Todos os cinco gatos desenvolveram sinais clínicos da toxicose; um deles morreu dentro de 24 horas após a ingestão da cebola. Os sinais clínicos incluíram

apatia, taquicardia, taquipnéia e cianose. Os achados laboratoriais se caracterizavam por anemia hemolítica associada a corpúsculos de Heinz e metemoglobinemia. Os principais achados de necropsia foram esplenomegalia e sangue de cor marrom. Os achados histopatológicos foram hemossiderose e hematopoese extramedular no baço e fígado.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Intoxicação por plantas, *Allium cepa*, cebola, anemia hemolítica, metemoglobinemia, corpúsculos de Heinz, doenças de gatos, patologia.

INTRODUÇÃO

A intoxicação por cebola comum (*Allium cepa*) e cebola silvestre (*Allium validum*) sob condições naturais é descrita em cães (Gruhzit 1931), gatos (Kaplan 1995, Robertson 1998, Figuera 2001), eqüinos (Thorp & Harshfield 1939), ovinos (Van Kampen et al. 1970) e bovinos (Koger 1956) em todo o mundo, sendo considerada por muitos autores como uma das primeiras toxicoses diagnosticadas em grandes animais no continente americano (Searcy 1998). Sabe-se que a intoxicação ocorre ainda hoje em cavalos e ruminantes que invadem lavouras ou que têm acesso a locais onde exista cebola silvestre (Hutchinson 1977). Em cães, a intoxicação ocorre pelo uso de sobras da alimentação humana na dieta do animal, independentemente da cebola estar crua, cozida ou desidratada (Farkas & Farkas 1974). Em gatos, a intoxicação natural é associada ao consumo de comida enlatada para bebês, um alimento rotineiramente utilizado para gatos enfermos, devido a sua alta palatabilidade (Kaplan 1995). Além disso, anemia hemolítica com formação de corpúsculos de Heinz é relatada em vários gatos que ingeriram sopa de cebola ou extrato de cebola crua (Robertson 1998). Relata-se ainda a reprodução experimental dessa intoxicação em gatos submetidos por dois meses a alimentação exclusivamente a base de alimento enlatado para bebês (Robertson 1998).

A intoxicação espontânea por cebola está associada a duas manifestações clínico-patológicas. Uma condição aguda, caracterizada por metemoglobinemia grave que causa cianose e morte (Harvey & Rackear 1985), e outra, um pouco mais crônica, decorrente de anemia hemolítica com formação de corpúsculos de Heinz (Jain 1993). Os animais que ingerem grande quantidade da planta de uma única vez desenvolvem metemoglobinemia, tornando-se apáticos, hipotérmicos e cianóticos (Weiser 1992). Animais que não morrem ou que ingerem pequenas quantidades da planta por vários dias desencadeiam um quadro hemolítico, tornando-se também apáticos e apresentando mucosas hipocoradas e metemoglo-binúria (Jain 1986).

A reprodução experimental da intoxicação por cebola em gatos tem como objetivo descrever com detalhes as alterações clínicas, laboratoriais e patológicas dessa enfermidade e validar essa espécie como modelo experimental para o estudo dessa toxicose. A escolha dos felinos para a realização do experimento justifica-se por esses animais serem mais susceptíveis em desenvolver anemia cujo mecanismo patogênico envolva a formação de corpúsculos de Heinz (Boothe 1990, Weiser 1994).

MATERIAL E MÉTODOS

No experimento foram usados seis gatos, machos e fêmeas, sem raça definida, com aproximadamente quatro meses de idade. Antes do início do experimento, os animais foram identificados com números de 1 a 6 e tratados com anti-helmíntico de amplo espectro. Com a finalidade de proporcionar adaptação ao novo ambiente, os gatos foram mantidos por quinze dias em gaiolas individuais recebendo ração comercial de boa qualidade e água à vontade. Um dia antes da administração da cebola, foi realizado hemograma e exame comum de urina em cada um dos seis gatos. A planta foi administrada a cinco gatos, numa dose única de 10 g/kg, em forma de cebola desidratada misturada a 50 g/kg de ração úmida de boa qualidade. O gato 6 recebeu apenas 50 g/kg de ração úmida e serviu de controle. A mistura da planta com a ração teve como objetivo facilitar o consumo, pois a cebola desidratada é pouco palatável para felinos. Os animais foram observados clinicamente de três em três horas no primeiro dia após a administração da cebola e de oito em oito horas nos dias subsequentes. No exame clínico eram avaliados a frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura, coloração das mucosas e estado geral.

Todos os animais, exceto o gato 4, que morreu no primeiro dia após a administração da planta, foram submetidos a um novo hemograma no sétimo dia pós-administração. Nessas amostras de sangue foram também realizadas a pesquisa de corpúsculos de Heinz e a determinação da metemoglobina sérica. Para a realização do mielograma, todos os gatos foram anestesiados com uma combinação de cloridrato de quetamina (20 mg/kg) e cloridrato de xilazina (2 mg/kg) e foi feita a punção aspirativa por agulha fina (PAAF) da medula óssea da crista ilíaca (Harvey 2001). A urina foi coletada por cistocentese. Ao final do experimento, os cinco gatos restantes foram submetidos à eutanásia com injeção intracardiaca de cloreto de potássio (500 mg/kg). Todos os seis gatos foram necropsiados.

Os hemogramas foram feitos manualmente conforme técnicas convencionais (Vallada 1999), constituindo-se de 1) contagem de eritrócitos e leucócitos em câmara de Neubauer utilizando-se respectivamente líquido de Hayen e líquido de Turk como diluentes; 2) determinação do hematócrito por centrifugação de microcapilares por cinco minutos a 7.000 RPM; 3) determinação do volume corpuscular médio (VCM) por cálculo; e 4) análise de esfregaços corados por panótico rápido para a diferenciação celular e pesquisa de alterações morfológicas nas células. A determinação de hemoglobina pelo método da cianometemoglobina utilizando reagentes comerciais e conseqüentemente a obtenção da concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) só foi possível no primeiro dia, porque após a intoxicação, os altos níveis de metemoglobina inviabilizam a determinação de hemoglobina por qualquer técnica (Figuera 2001).

A pesquisa dos corpúsculos de Heinz foi realizada pela técnica da coloração supravital (Naoum 1997), através de solução de azul cresil brilhante. A metemoglobina sérica foi determinada por espectrofotometria a 630 nanômetros, após ensaios colorimétricos com reagentes específicos (Naoum 1997). Para realização dos hemogramas, para a pesquisa dos corpúsculos de Heinz e para a determinação da metemoglobina, cinco ml de sangue foram coletados da veia jugular com agulhas 25 x 7 mm e seringas plásticas. Esse sangue foi acondicionado em tubos de ensaio com uma gota de anticoagulante etilenodiaminotetracetato de sódio (EDTA) a 10%.

Cinco mililitros de urina foram coletados por cistocentese e acondicionados em frascos âmbar. O exame comum de urina foi realizado por técnicas tradicionais, avaliando-se os aspectos físicos, químicos e o sedimento (Navarro 1996). Para a avaliação química foram utilizadas fitas reagentes comerciais.

A obtenção da medula óssea para análise citológica (mielograma) foi realizada através de técnicas rotineiras de PAAF (Harvey 2001), usando para isso agulhas especiais e seringas plásticas contendo uma gota de EDTA a 10%. Com o material obtido confeccionaram-se esfregaços que foram corados com panótico rápido. Fragmentos de fígado e baço colhidos na necropsia foram fixados em formol comercial a 10%, processados rotineiramente para histopatologia e corados pela hematoxilina-eosina (HE).

RESULTADOS

Fig. 1. Esfregaço sanguíneo do Gato 2 intoxicado por cebola (*Allium cepa*). Há grande quantidade de eritrócitos com corpúsculos de Heinz.

Fig. 2. A urina marrom vista no frasco da parte inferior da figura reflete a grande quantidade de metemoglobina no Gato 3 intoxicado por cebola (*Allium cepa*). Na porção superior da figura aparece a urina normal do gato controle.

Fig. 3. Acentuada eritrogênese pode ser observada no esfregaço da medula óssea do Gato 3 intoxicado por cebola (*Allium cepa*).

Fig. 4. Na parte superior da figura aparece o baço do Gato-controle normal. Na parte inferior da figura pode ser observada esplenomegalia no baço do Gato 1 intoxicado por cebola (*Allium cepa*).

Sinais clínicos

Os achados clínicos encontrados nos gatos que ingeriram a cebola desidratada podem ser divididos de acordo com as duas formas clínicas descritas para a doença. Após nove horas do consumo, todos os gatos estavam acentuadamente apáticos, taquicárdicos, taquipnéicos, com as mucosas azuladas e normotérmicos. Esse quadro se manteve por aproximadamente 48 horas, com exceção do Gato 4 que morreu após doze horas da ingestão da cebola, em coma e sob severa hipotermia (34,5 °C). A partir do terceiro dia da ingestão da cebola os gatos já apresentavam as mucosas pálidas e, por volta do quinto dia, a taquicardia e a taquipnéia reapareceram, porém com menor intensidade. Nesse mesmo dia, era possível notar que os Gatos 1 e 3, apresentavam urina escura. Esse parâmetro não pôde ser avaliado nos outros animais. Os sinais clínicos permaneceram constantes até o momento da eutanásia.

Achados laboratoriais

O hemograma de quatro gatos que consumiram a cebola desidratada demonstra uma anemia macrocítica hipocrômica aguda grave associada a alterações morfológicas do tecido eritróide compatíveis com intensa regeneração. Essas alterações foram policromasia, anisocitose, metarrubricitemia (normoblastemia) e presença de corpúsculos de Howell-Jolly. O plasma após centrifugação era marrom. Na análise do esfregaço era possível, mesmo na coloração de rotina, evidenciarem-se muitos eritrócitos com corpúsculos de Heinz (Fig. 1). Além disso, alguns excêntricos podiam ser observados. Em relação ao leucograma, todos os animais apresentavam altas contagens de leucócitos, fenômeno que, quando associado a metarrubricitemia, é conhecido como reação leucoeritroblástica. Os resultados individuais podem ser vistos no Quadro 1.

A pesquisa dos corpúsculos de Heinz foi positiva em quatro dos cinco gatos testados e a determinação dos níveis séricos de metemoglobina demonstrou um aumento variável nos gatos afetados, porém todos os valores estavam bem acima dos considerados fisiológicos para a espécie. A urinálise realizada no sétimo dia após a ingestão de cebola demonstrou urina escura (Fig. 2), levemente positiva para sangue oculto. Esses dados individuais estão expressos no Quadro 2.

No mielograma, uma eritrogênese acentuada foi observada nos gatos que consumiram a planta (Fig. 3), comprovada pela inversão na relação mielóide:eritróide e pela grande quantidade de precursores eritróides em atividade mitótica na medula óssea. Os resultados individuais dos mielogramas estão no Quadro 3.

Quadro 1. Hemogramas dos gatos intoxicados experimentalmente por cebola, *Allium cepa* (Liliaceae)

Gato	1		2		3		5		Controle	
Dia	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7
Eritrócitos ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	5,3	2,5	5,0	2,2	6,9	3,0	5,0	3,2	5,6	6,0
Hemoglobina (g/dl)	10,0	NR ^a	9,4	NR	11,1	NR	8,4	NR	9,8	10,4
Hematócrito (%)	31,0	17,0	28,0	18,0	37,0	21,0	28,0	22,0	32,0	33,0
VCM (fl)	58,5	68,0	56,0	81,8	53,6	70,0	56,0	68,8	57,1	55,0
CHCM (%)	32,2	NR	33,6	NR	30,0	NR	30,0	NR	30,6	31,5
Leucócitos ($/\text{mm}^3$)	10.500	57.700	15.500	37.900	11.000	72.500	12.300	142.200	9.500	8.900
Neutrófilos (%)	77	64	65	80	53	81	69	80	76	68
Neutrófilos ($/\text{mm}^3$)	8.085	36.928	10.075	30.320	5.830	58.725	8.487	113.760	7.220	6.052
Bastonetes (%)	1	0	1	0	0	725	2	6	1	0
Bastonetes ($/\text{mm}^3$)	105	0	155	0	0	1	246	8.532	95	0
Linfócitos (%)	20	29	23	18	35	12	19	10	19	24
Linfócitos ($/\text{mm}^3$)	2.100	16.733	3.565	6.822	3.850	8.700	2.337	14.220	1.805	2.136
Monócitos (%)	1	4	7	0	4	4	2	2	2	3
Monócitos ($/\text{mm}^3$)	105	2.308	1.085	0	440	2.900	246	2.844	190	267
Eosinófilos (%)	1	3	4	2	8	2	7	1	2	4
Eosinófilos ($/\text{mm}^3$)	105	1.731	620	758	880	1.450	861	1.422	190	356
Basófilos (%)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
Basófilos ($/\text{mm}^3$)	0	0	0	0	0	0	123	1.422	0	89
Policromasia	+ ^b	+++	+	+++	-	+++	-	++	-	-
Anisocitose	+	+++	+	+++	+	+++	+	++	+	+
Howell-Jolly	-	++	-	+++	-	++	-	++	-	-
Metarrubricitos ^c	0	18	0	4	0	2	0	3	0	0
Excentróticos	-	+	-	++	-	+	-	+	-	-

^a NR: não realizado.

^b - Negativo, + leve, ++ moderado, +++ acentuado.

^c Avaliação realizada quantitativamente, número de metarrubricitos por cada 100 leucócitos avaliados.

Quadro 2. Pesquisa de corpúsculos de Heinz, determinação da metemoglobina e análise química da urina dos gatos intoxicados experimentalmente por cebola, *Allium cepa* (Liliaceae)

Gato	1	2	3	5	C ^a
Corpúsculos de Heinz	+++ ^b	+++	+++	+++	-
Metemoglobina (%)	25,0	32,0	16,0	9,0	2,0
Sangue oculto na urina	+	+	+	+	-

^a Controle.

^b - Negativo, + leve, ++ moderado, +++ acentuado.

Achados de necropsia e histopatologia

Na necropsia, todos os animais que ingeriram a planta apresentavam esplenomegalia moderada ou acentuada (Fig. 4) e o sangue era marrom. Ao exame histológico evidenciavam-se hemossiderose e focos de hematopoese extramedular no fígado e no baço. No gato controle havia também alguns focos de hematopoese no baço. Necrose centrolobular leve pôde ser vista no gato 3.

DISCUSSÃO

A administração de 10g/kg de cebola desidratada causou intoxicação em todos os gatos usados nesse experimento, confirmando assim que essa planta é tóxica para felinos domésticos e que esses podem servir como modelo experimental para o estudo da intoxicação. A intoxicação por cebola foi reproduzida experimentalmente em gatos submetidos por dois meses a alimentação exclusivamente a base de alimento enlatado para bebês (Robertson 1998). Esses gatos foram separados em 5 grupos que receberam doses diferentes de cebola. Os dados obtidos demonstraram que a dose mínima para causar a intoxicação em gatos foi de 2,5 % de pó de cebola misturado ao alimento enlatado. Neste experimento, confirmando o que é descrito na literatura, dois quadros clínicos distintos foram observados após o consumo da cebola. Um agudo que podia ser visto em apenas nove horas após a ingestão da cebola e outro um pouco mais crônico, diagnosticado no terceiro dia após a ingestão (Harvey & Rackear 1985, Jain 1993).

Quadro 3. Mielograma dos gatos intoxicados experimentalmente por cebola, *Allium cepa* (Liliaceae)

Gato	Valores normais	1	2	3	5
Rubriblastos	0,17 ($\pm 0,29$)	0,6	1,2	1,8	2,0
Pré-rubricitos	1,00 ($\pm 0,54$)	2,2	2,2	0,8	1,8
Rubricitos basofílicos	4,02 ($\pm 1,56$)	18,2	17,8	11,2	3,0
Rubricitos policromáticos	17,57 ($\pm 4,48$)	3,4	3,4	1,4	2,2
Metarrubricitos	5,54 ($\pm 3,14$)	36,6	36,6	52,6	38,0
Rubricitos em mitose	0,43 ($\pm 0,24$)	0,2	0,2	0,4	0,4
Total (eritróide)	28,74 ($\pm 4,64$)	61,2	61,4	68,2	47,4
Mieloblastos	0,08 ($\pm 0,16$)	0	0	2,0	10,6
Promielócitos	1,74 ($\pm 1,04$)	0	1,0	1,2	10,6
Mielócitos neutrofílicos	4,31 ($\pm 2,49$)	1,6	1,8	2,0	10,6
Mielócitos eosinofílicos	0,60 ($\pm 0,42$)	0,4	1,0	1,4	2,0
Mielócitos basofílicos	0,11 ($\pm 0,11$)	0,2	0	0,2	0,2
Metamielócitos neutrofílicos	10,06 ($\pm 3,20$)	3,0	3,0	2,2	3,0
Metamielócitos eosinofílicos	0,54 ($\pm 0,39$)	0	0	1,0	1,2
Metamielócitos basofílicos	0,03 ($\pm 0,07$)	0,2	0	0	0,4
Bastonetes neutrofílicos	14,4 ($\pm 1,30$)	6,8	6,6	5,6	5,0
Bastonetes eosinofílicos	0,49 ($\pm 0,40$)	1,2	1,0	0,8	2,4
Bastonetes basofílicos	0	0	0	0	0,2
Neutrófilos segmentados	12,86 ($\pm 4,85$)	17,4	16,8	9,2	1,4
Eosinófilos segmentados	0,60 ($\pm 0,20$)	1,2	1,2	2,2	0
Basófilos segmentados	0	0	0	0,2	0,4
Total (mielóide)	45,86 ($\pm 3,78$)	32,0	32,4	28,0	48,2
Relação mielóide:eritróide	1,63:1 ($\pm 0,35$)	0,52:1	0,53:1	0,41:1	1,02:1
Hematogôneas	0,83 ($\pm 0,75$)	0,2	0,2	0,4	0,4
Linfócitos	16,13 ($\pm 2,92$)	2,8	4,8	4,0	2,4
Plasmócitos	0,80 ($\pm 0,60$)	0,2	0	0,2	0,2
Monócitos	0,77 ($\pm 0,51$)	0	0	0	0,2
Macrófagos	0,06 ($\pm 0,10$)	0	0	0,2	0
Células não classificadas	0,49 ($\pm 0,28$)	0	0	0	0
Células degeneradas	6,31 ($\pm 3,32$)	0,6	1,4	1,2	0,8
Células em mitose	0,20 ($\pm 0,26$)	0	0,4	0,2	0,4
Total (outras)	25,40 ($\pm 4,75$)	3,8	6,8	6,2	4,4

Os sinais clínicos na forma aguda foram semelhantes aos descritos na literatura, ou seja, apatia, taquicardia, taquipnéia e cianose (Harvey & Rackear 1985). Esse quadro reflete os altos níveis de metemoglobina formada por um processo de oxidação da hemoglobina, o que leva a uma deficiência no transporte de oxigênio para o tecido. Isso resulta na anóxia (Williams 1941, Harvey 1989) que no caso do gato 4, desse experimento, culminou em morte, precedida por coma e hipotermia grave. O mecanismo para formação de metemoglobina não está totalmente esclarecido, mas sabe-se que a cebola possui uma substância conhecida por n-propil dissulfito, um oxidante que, se acredita inibe enzimas das vias do metabolismo energético, que são a glicólise anaeróbica ou via Embden Meyerhof e a derivação da hexose monofosfato ou via pentose fosfato (Jain 1986). A glicólise anaeróbica além de ser a principal fonte de ATP do eritrócito, tem como função produzir NADH (nicotinamida-adenina-dinucleotídeo), um nucleotídeo utilizado pela enzima metemoglobina-redutase na redução da metemoglobina diariamente formada, que é em torno de 3%. A via pentose fosfato produz NADPH (fosfato de nicotinamida-adenina-dinucleotídeo), uma versão fosfatada do mesmo nucleotídeo já descrito, que tem a função de atuar na redução do glutatión oxidado, que é o principal responsável por manter a hemoglobina em uma forma estável. A inibição dessas vias pelo n-propil dissulfito causa depleção de NADH e NADPH, levando a quebra do mecanismo antioxidativo e conseqüentemente transformação de hemoglobina em metemoglobina (Harvey 1989, Figuera 2001).

Os achados clínicos da forma um pouco mais crônica dessa toxicose foram semelhantes aos descritos na literatura (Weiser 1992). Os sinais consistiam de palidez das mucosas, taquicardia e taquipnéia, evidenciando o processo anêmico que ocorre em conseqüência da precipitação dos corpúsculos de Heinz (Desnoyers 2000). A formação de metemoglobina dentro do eritrócito causa agregação protéica e a desnaturação desse agregado na membrana da célula forma uma estrutura semelhante a uma bolha, conhecida como corpúsculo de Heinz (Beritic 1965). Essas inclusões são reconhecidas pelo sistema fagocítico mononuclear e os eritrócitos passam a ser retirados da circulação principalmente pelo baço e pelo fígado, fenômeno conhecido como hemólise extravascular. Ocorre também a opsonização do corpúsculo por IgG e complemento, mas de uma maneira menos eficiente, o que explica a razão da ruptura de alguns eritrócitos na circulação (hemólise intravascular) e da metemoglobinúria (Figuera 2001). Os achados hematológicos dos quatro animais avaliados refletem um processo hemolítico, predominantemente extravascular,

demonstrado pela grave anemia macrocítica hipocrômica, pela intensa regeneração e pela queda da relação mielóide:eritróide vista na medula óssea. A policromasia indica a liberação de grande quantidade de reticulócitos para a corrente circulatória, que em colorações de rotina são denominados policromatófilos, vindo daí o termo policromasia (Perrotta & Finch 1972, Bain 1997). A anisocitose é reflexo do contraste entre os policromatófilos novos e grandes e os já menores eritrócitos lesados (Weiser 1992). A metarrubri-citemia é resultante da hematopoese extramedular que foi confirmada pela histopatologia (Figuera 2001). A presença dos corpúsculos de Howell-Jolly, que são restos de núcleo, indica a rápida atividade mitótica do tecido eritróide no interior da medula óssea, o que faz com que alguns fragmentos de DNA não sejam extruídos (Lund 2000). A positividade para os corpúsculos de Heinz vem consolidar definitivamente o mecanismo patogênico da hemólise e os excentrócitos ("células mordidas") refletem a retirada dos corpúsculos de Heinz por partes (Naoum 1997). A intensa leucocitose associada à normoblastemia é chamada de reação leucoeritro-blástica, ocorre em várias condições hemolíticas e acredita-se ser decorrente da intensa estimulação medular inespecífica (Latimer & Meyer 1992). A análise química da urina demonstrou positividade para sangue oculto, o que ocorre tanto em casos de metemoglobinúria como na hemoglobínúria, mioglobínúria e hematuria (Navarro 1996). A constatação de altos níveis de metemoglobina sérica associada a essa positividade para sangue oculto na urina comprova que a coloração amarronzada vista no exame físico é compatível com metemoglobinúria, confirmando que parte da hemólise é intravascular.

Os achados de necropsia, caracterizados basicamente por esplenomegalia, e a avaliação histopatológica do baço e do fígado demonstrando hemossiderose, são compatíveis com hemólise extravascular e auxiliaram ainda mais na confirmação do diagnóstico (Valli 1993, Kelly 1993). A necrose centrolobular vista no animal 3 é provavelmente oriunda da anemia acentuada decorrente da metemoglobinemia grave (MacLachlan & Cullen 1998).

REFERÊNCIAS

- Bain B.J. 1997. Células Sangüíneas: um Guia Prático. 2ª ed. Artes Médicas, Porto Alegre. 334p.
- Beritic T. 1965. Studies on Schmauch bodies. The incidence in normal cats (*Felis domestica*) and the morphologic relationship to Heinz bodies. *Blood* 25: 999-1008.
- Boothe D.M. 1990. Drug therapy in cats: mechanisms and avoidance of adverse drug reactions. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 196: 1297-1305.
- Desnoyers M. 2000. Anemias associated with Heinz bodies, p. 178-184. In: Feldman B.F., Zinkl J.G. & Jain N.C. (ed.) *Schalm's Veterinary Hematology*. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia. 1344p.
- Farkas M.C. & Farkas J.N. 1974. Hemolytic anemia due to ingestion of onions in a dog. *J. Am. Anim. Med. Assoc.* 10: 65-6.
- Figuera R.A. 2001. Anemia em Medicina Veterinária. O Autor, Santa Maria. 217p.
- Gruhzit O.N. 1931. Anemia in dogs produced by feeding of whole onions and of onion fractions. *Am. J. Med. Sci.* 181: 812-4.
- Harvey J.W. & Rackear D. 1985. Experimental onion-induced hemolytic anemia in dogs. *Vet. Pathol.* 22: 387-392.
- Harvey J.W. 1989. Erythrocyte metabolism, p. 185-273. In: Kaneko J.J. (ed.) *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 4th ed. Academic Press, San Diego. 932p.
- Harvey J.W. 2001. Atlas of Veterinary Hematology: Blood and Bone Marrow of Domestic Animals. W.B. Saunders, Philadelphia. 228p.
- Hutchinson T.W.S. 1977. Onion as a cause of Heinz body anemia and death in cattle. *Can. Vet. J.* 18: 358-360.
- Jain N.C. 1986. *Schalm's Veterinary Hematology*. 4th ed. Lea & Febiger, Philadelphia. 1221p.
- Jain N.C. 1993. *Essentials of Veterinary Hematology*. Lea & Febiger, Philadelphia. 417p.
- Kaplan A.J. 1995. Onion powder in baby food may induce anemia in cats. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 207: 1405.
- Kelly W.R. 1993. The liver and biliary system, p. 319-406. In: Jubb K.V.F., Kennedy P.C. & Palmer N. (ed.) *Pathology of Domestic Animals*. Vol. 2. 4th ed. Academic Press, San Diego. 747p.
- Koger L.M. 1956. Onion poisoning in cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 129: 75.
- Latimer K.S. & Meyer D.J. 1992. Os leucócitos na saúde e na moléstia, p. 2281-2327. In: Ettinger S.J. (ed.) *Tratado de Medicina Interna Veterinária*. Vol. 4. 3ª ed. Manole, São Paulo. 2557p.
- Lund J.E. 2000. Toxicologic effects on blood and bone marrow, p. 44-50. In: Feldman B.F., Zinkl J.G. & Jain N.C. (ed.) *Schalm's Veterinary Hematology*. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia. 1344p.
- MacLachlan N.J. & Cullen J.M. 1998. Fígado, sistema biliar e pâncreas exócrino, p. 95-131. In: Carlton W.W. & McGavin M.D. (ed.) *Patologia Veterinária Especial de Thomson*. 2ª ed. Artes Médicas, Porto Alegre. 672p.
- Naoum P.C. 1997. Hemoglobinopatias e Talassemias. Sarvier, São Paulo. 171p.
- Navarro C.E.K.G. 1996. Manual de Urinálise Veterinária. Varela, São Paulo. 95p.
- Perrotta A.L. & Finch C.A. 1972. The polychromatophilic erythrocyte. *Am. J. Clin. Pathol.* 57: 471-480.
- Robertson, J.E., Christopher, M.M. & Rogers, Q.R. 1998. Heinz body formation in cats fed baby food containing onion powder. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 212: 1260-1266.
- Searcy G.P. 1998. Sistema hematopoético, p. 305-352. In: Carlton W.W. & McGavin M.D. (ed.) *Patologia Veterinária Especial de Thomson*. 2ª ed. Artes Médicas, Porto Alegre. 672p.
- Thorp F. & Harshfield G.S. 1939. Onion poisoning of horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 94: 52-53.
- Vallada E.P. 1999. Manual de Técnicas Hematológicas. Atheneu, Rio de Janeiro. 423p.
- Valli V.E.O. 1993. The hematopoietic system, p. 101-266. In: Jubb K.V.F., Kennedy P.C. & Palmer N. (ed.) *Pathology of Domestic Animals*. Vol. 3. 4th ed. Academic Press, San Diego. 653p.
- Van Kampen K.R., James L.F. & Johnson M.S. 1970. Hemolytic anemia in sheep fed wild onion (*Allium validum*). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 156: 328-332.
- Weiser M.G. 1992. Os eritrócitos e os distúrbios associados, p. 2243-2280. In: Ettinger S.J. (ed.) *Tratado de Medicina Interna Veterinária*. Vol. 4. 3ª ed. Manole, São Paulo. 2557p.
- Weiser M.G. 1994. Disorders of erythrocytes and erythropoiesis, p. 691-720. In: Sherding R.G. (ed.) *The Cats Disease and Clinical Management*. 2ª ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia. 2046p.
- Williams H.H. 1941. Biochemical studies of the blood the dogs with n-propyl disulfide anemia. *J. Lab. Clin. Med.* 26: 996-1008.

Texto B:

Ferormônio – o cheiro do amor

A palavra ferormônio deriva do grego e significa "que transmite excitação". São substâncias que funcionam como mensageiros entre seres da mesma espécie, desencadeando respostas fisiológicas e comportamentais previsíveis. Eles foram originariamente descritos em insetos, nos quais apresentam importância fundamental para a preservação da espécie. Podem agir, por exemplo, atraindo o macho até a fêmea, ou retardando a maturação sexual em abelhas fêmeas, que então se tornariam operárias.

Introdução

A importância dos ferormônios, nos mamíferos, é menor, em parte devido ao desenvolvimento de outras formas de comunicação, como expressões faciais, gestos e linguagens. Os mamíferos, exceto o homem, possuem glândulas especiais que produzem ferormônios, e como não possuem antenas, eles desenvolveram um órgão chamado "Órgão Vomeronal" (OVN), que funciona como um receptor de ferormônios. Esse órgão é mais sensível que o olfato, já que consegue detectar quantidades mínimas de moléculas.

O "ponto V"

O papel do olfato, em seres humanos, é inegável. Basta olharmos a milionária indústria dos perfumes. Entretanto, parece claro que as relações humanas são governadas por muito mais do que sinais químicos. Assim, o papel dos ferormônios nas relações entre homens e mulheres tem sido alvo de grande controvérsia entre os pesquisadores.

A existência do OVN em fetos humanos é bastante conhecida, mas em adultos a questão é complexa. Alguns pesquisadores conseguiram demonstrar, através de estudos anatômicos e de imagem, a existência desse órgão no teto da cavidade nasal de alguns indivíduos estudados, mas não em todos. Outros estudiosos avaliaram se as células desse órgão, em humanos, respondiam a estímulos, mas os resultados encontrados foram conflitantes. Entretanto, como afirma o pesquisador Michael Meredith: "A presença ou a ausência de ferormônios e de seu papel na comunicação entre seres humanos independe da existência e/ou da funcionalidade do OVN humano".

Ferormônios Humanos – o sexto sentido?

O pesquisador McClintock estudou garotas que utilizavam o mesmo dormitório em um colégio, e foi um dos primeiros a relatar o sincronismo do ciclo menstrual entre essas garotas. Para Terence Monmaney, essa seria a evidência mais forte da existência de ferormônios na espécie humana. Entretanto, ele mesmo afirma que esse sincronismo teria sido alcançado porque as garotas comiam, estudavam, tomavam banho, conversavam e passavam toda a noite juntas, além de passarem por estresses e alegrias semelhantes e não devido a mensagens químicas.

Em outro estudo, Russel coletou amostras de suor da axila de uma mulher com ciclo menstrual regular. Com essa amostra, ele produziu uma solução alcoólica e a aplicou no lábio superior de um grupo de mulheres. Para comparar, ele aplicou em outro grupo de mulheres apenas o álcool. Os resultados encontrados foram que as mulheres que usaram a solução com suor apresentaram sincronização de seus ciclos menstruais.

Outras evidências a favor da existência de ferormônios e de seu papel na espécie humana vêm de estudos realizados com recém-nascidos. Foi demonstrado que eles são capazes de reconhecer peças de roupa usadas por suas mães e de repelir as usadas por estranhos. Já as mães seriam capazes de reconhecer, no meio de uma pilha de roupas, as que foram usadas por seus filhos. Apesar disso, não se tem certeza se esses fatos seriam realmente devidos aos ferormônios. Soma-se a isso a observação de que pessoas afetadas por determinadas doenças que cursam com perda do olfato apresentam dificuldades de relacionamento, inclusive com perda do desejo sexual.

Amor ao primeiro cheiro

Aparentemente, o olfato parece ter uma implicação importante no comportamento sexual humano. Foram descobertas várias substâncias presentes em secreções corporais que poderiam atuar como ferormônios sexuais, como por exemplo, a androstandienona do suor masculino e as copulinas da secreção vaginal.

Alguns estudos foram realizados usando-se substâncias semelhantes aos ferormônios, baseados na hipótese de que os ferormônios com função atrativa sexual apresentariam odor agradável. Entretanto, os resultados não confirmaram essa hipótese, levando à conclusão de que odores agradáveis não necessariamente significam atração sexual. Aliás, algo facilmente reconhecido é que nem todo odor agradável tem associações sexuais.

Jennings-White estudou as respostas do OVN humano a substâncias semelhantes aos ferormônios e encontrou que as mais ativas foram: estratetraenol e androstandienona. Também relatou que elas são sexo-específicas, ou seja, a primeira atua sobre os homens e, a segunda, sobre as mulheres. Os ferormônios de outras espécies não mostraram ação sobre o OVN humano.

Parece que, como em outros mamíferos, através dos ferormônios, as mulheres conseguiriam evitar parceiros com alguns tipos de genes semelhantes aos dela, como um mecanismo "antiincesto". Isso seria conseguido através de substâncias específicas exaladas por cada indivíduo.

Em um estudo publicado em 1999, os pesquisadores avaliaram as respostas de homens e mulheres com relação à simetria e ao odor corporais. Foi percebido que a sensualidade do odor é um indicador mais relevante na escolha do parceiro, mais do que simplesmente se o odor é agradável ou não. Um achado interessante foi o de que as mulheres

percebem mais a diferença entre um odor agradável e um odor sensual durante a fase mais fértil do ciclo menstrual. Assim, foi concluído que o odor corporal é um fator relevante na escolha do parceiro.

A escolha do "cheirinho ideal"

Enquanto os homens parecem, claramente, escolher parceiras que apresentam um equilíbrio desenvolvido, ou seja, são mais capazes de lidar com problemas, o papel desse fator na escolha feminina mostra-se mais complexo.

De acordo com a teoria parental, a escolha feminina estaria baseada em parceiros capazes de fornecer benefícios materiais, proteção e cuidados para a sobrevivência dos filhos. Por outro lado, os felizardos devem também oferecer vantagens hereditárias à descendência. Mas parece que esses dados nem sempre andam juntos. Os homens mais atraentes e com corpo mais simétrico (e possivelmente com maior equilíbrio) teriam maiores chances de aumentar seu potencial reprodutivo com múltiplas parceiras do que investindo em construir uma única família. Alguns pesquisadores demonstraram que os homens mais atraentes e simétricos apresentam mais relações intra e extraconjugais. A estratégia feminina para escolher um parceiro teria, então, que estabelecer um acordo entre as necessidades materiais e os benefícios genéticos. A melhor solução seria que a mulher, em primeiro lugar, procurasse um parceiro no qual o investimento a longo prazo fosse mais confiável e, então, tentasse otimizar a carga genética de seus filhos mantendo relações com homens mais atraentes. Nessa questão, Baker afirma que, mulheres mais avançadas na escala de evolução, apresentam uma tendência aumentada a fazer uma "busca por genes", através de relações extraconjugais. Os sinais olfatórios e as respostas desencadeadas por eles seriam as pistas mais importantes nessa busca. No período próximo à ovulação, as mulheres estariam mais sensíveis aos ferormônios masculinos, quando comparado às outras fases do ciclo. Isso poderia explicar os resultados encontrados no estudo citado acima. Além disso, parece que os efeitos dos ferormônios estariam na dependência da atuação do sistema imune do indivíduo que percebe o odor.

A indústria da atração

Muitas são as empresas que têm investido no ramo lucrativo da atração sexual entre homens e mulheres. Mesmo não tendo sido provados a existência e o real papel dos ferormônios nas relações humanas, centenas de perfumes, óleos e essências já foram lançados no mercado, arrebanhando milhares de pessoas com a promessa de se tornarem atraentes, irresistíveis.

Entretanto, precisamos ter uma posição crítica quanto a esses produtos, já que ainda não foram definidos a existência nem o papel dos possíveis ferormônios humanos. Além disso, a maioria desses produtos contém substâncias sem ação sobre a espécie humana, tratando-se de compostos semelhantes a ferormônios de outros mamíferos (porco, por exemplo). Se lembrarmos que os ferormônios são espécie-específicos, essa última consideração fica ainda mais clara. Assim, a confirmação da existência e funcionalidade dos ferormônios é necessária para justificar pesquisas que levem ao desenvolvimento de produtos realmente efetivos, baseados em substâncias próprias da espécie humana e não de outros mamíferos.

Perspectivas

Muitos cientistas estão, atualmente, realizando pesquisas sobre os ferormônios na espécie humana. Entretanto, essas pesquisas são baseadas principalmente no seu papel de atraentes sexuais, e não em outras possíveis funções. É provável que, no futuro, a existência dessas substâncias atuando sobre o OVN humano seja definitivamente provada, porém, seu papel na atração sexual parece ser menor do que o esperado devido ao maior desenvolvimento da percepção visual da beleza, em seres humanos. Assim, a beleza percebida através dos olhos seria mais atraente do que a percebida pelo nariz.

Caso seja provado que os ferormônios realmente apresentam papel indispensável na atração sexual, seu uso poderá ser difundido não apenas pela indústria de perfumaria, mas também por outras áreas. O interesse por ferormônios que tenham outras funções seria aumentado, ampliando o seu uso. Como exemplo, poderíamos citar o uso de ferormônios com possível ação repressora da reprodução como um método contraceptivo eficaz e sem efeitos colaterais. Homens e mulheres poderiam, assim, desfrutar de momentos românticos com mais sensualidade do que nunca, sem se preocuparem com as conseqüências.

É só cruzar os dedos!!!

Copyright © 2004 Bibliomed, Inc.

Texto C:

Gravidez de duplo risco

Maconha prejudica desenvolvimento neurológico de recém-nascidos

Iracema Corso

Na tentativa de descobrir quais as conseqüências do uso de maconha na gravidez, uma equipe de neonatologistas, psicólogos e psiquiatras da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) investigou como a droga interfere no desenvolvimento neurológico do feto. A análise de bebês cujas mães consumiram maconha nos três últimos meses de gravidez constatou, nos primeiros dias de vida, que eles eram mais estressados, menos sensíveis a estímulos externos, mais chorões e mais difíceis de serem acalmados de crises de choro do que bebês que não foram expostos à

droga. “A maconha é a droga ilícita mais consumida do mundo e cujos efeitos são os menos estudados”, diz o coordenador do trabalho, Ronaldo Laranjeira, do Departamento de Psiquiatria da Unifesp.

Para chegar a essa conclusão, os pesquisadores avaliaram a coordenação motora, o reflexo, o tônus e procuraram sinais de estresse em 561 filhos de mães adolescentes saudáveis que nasceram no Hospital Mário de Moraes Altenfelder Silva, na zona Norte da capital paulista, entre junho de 2001 e novembro de 2002. O trabalho de doutorado da pediatra Marina Moraes Barros se concentrou no estudo de bebês com peso apropriado para a idade gestacional de 37 a 42 semanas que não enfrentaram nenhuma dificuldade durante o parto e cujas mães não consumiram nenhum outro tipo de droga durante a gravidez. Por meio da análise do fio de cabelo das adolescentes, o grupo detectou que 26 delas tinham consumido maconha nos últimos meses de gestação. O teste foi confirmado com o estudo das primeiras fezes da criança, onde também foram encontrados resíduos da droga.

(Crédito: Eduardo César)

Durante os exames, os bebês que tiveram contato com a maconha se mostraram mais inquietos, desatentos e estressados. Os pesquisadores observaram que eles tinham um sono conturbado e mais dificuldade de acordar. Neles, aqueles tremores e movimentos bruscos, bastante comuns entre recém-nascidos, apareceram com mais frequência.

Entre os testes para avaliar a atenção das crianças, os pesquisadores observaram sua capacidade de acompanhar com os olhos o movimento de uma bola vermelha, movimentada em frente ao rosto de cada uma delas. Algumas das que foram expostas à maconha mal olharam para a bola e a maioria delas demonstrou pouco interesse. Os cientistas utilizaram outros objetos como um chocalho e um apito para testar a reação a estímulos visuais e sonoros e concluíram que estas crianças

eram mais desatentas. “Esse comportamento alterado nas primeiras 72 horas de vida significa que podem existir problemas na formação do cérebro dos bebês”, interpreta Ruth Guinsburg, do Departamento de Pediatria da Unifesp, que coordenou a pesquisa clínica dos recém-nascidos. Segundo ela, é provável que o consumo de maconha pela mãe altere no bebê a comunicação entre os neurônios acionada pelo neurotransmissor dopamina e associada ao controle de sensações como a excitação e a irritabilidade.

Esses 26 recém-nascidos, porém, não estão condenados a nenhum tipo de deficiência neurológica. O desenvolvimento do cérebro não depende apenas de fatores biológicos, mas também do ambiente e da maneira como esses bebês serão criados. Pequenos detalhes como a atenção, o cuidado, a disponibilidade da mãe e de outros familiares de estarem sempre perto, estimulando a percepção do bebê com brincadeiras e com afetividade, são decisivos para sua formação. Sabendo disso, os pesquisadores decidiram traçar um perfil social, econômico e psicológico dessas mães adolescentes, para ter uma idéia do ambiente em que eles serão criados e quais as chances de obter um desenvolvimento saudável. O perfil, publicado em janeiro deste ano na revista Cadernos de Saúde Pública, foi traçado a partir de entrevistas com todas as 928 mães adolescentes que tiveram filhos no Hospital Mário de Moraes durante os dois anos de estudo. Nesse número estão incluídas as 561 mães que participaram da pesquisa sobre a maconha e as demais mães adolescentes que haviam sido excluídas do estudo porque não atendiam ao padrão de saúde ou porque durante a gravidez consumiram outros tipos de droga.

Os pesquisadores encontraram um quadro desanimador: uma em cada cinco adolescentes, com faixa etária média de 15 anos, já era mãe do segundo filho e 90,4% delas estavam desempregadas. Mais de metade das meninas tinha baixa renda e até sete anos de escolaridade. Durante a gestação, 294 contaram usar álcool, 17 maconha e cocaína e 6 relataram uso de drogas injetáveis. Além disso, 8 em cada 10 adolescentes não pretendiam ser mães e por causa da gravidez 67,3% pararam de estudar.

Para complicar ainda mais esse quadro, em outro momento da vida, boa parte delas já tinha enfrentado problemas de violência doméstica, 81 tinham sido atacadas com arma e 51 meninas foram vítimas de violência sexual. Só no decorrer da gravidez a polícia precisou ser acionada em 21 ocasiões para resolver conflitos domésticos. E, como se não bastassem dificuldades, como a inexperiência da mãe adolescente e sua falta de maturidade, a equipe constatou que uma em cada três jovens tinha pelo menos uma desordem psiquiátrica, um índice bastante alto que provavelmente representa mais um obstáculo na criação e no crescimento sadio da criança. O diagnóstico mais freqüente foi depressão, transtorno do estresse pós-traumático e ansiedade.

Na opinião de Laranjeira, é bem provável que todos esses problemas não tenham se desenvolvido de maneira independente. “Alguns estudos sugerem que quanto maior a pobreza, mais baixo o nível educacional e menor o suporte familiar, maiores são as taxas de gravidez na adolescência, associada ao consumo de drogas”, explica. Agora os pesquisadores pretendem acompanhar o crescimento dessas crianças tanto para descobrir quais são os efeitos de longo prazo da exposição do feto à maconha como para auxiliar e contribuir para seu desenvolvimento saudável. No entanto, até o momento, o que a equipe constatou foi que os efeitos provocados pela exposição do feto à maconha apenas se somam a outros problemas encontrados no ambiente em que essas crianças irão crescer – alguns deles são sérios como a exposição à violência – e que provavelmente interferem de modo significativo no futuro delas.

O Projeto

Uso de drogas por gestantes adolescentes

Modalidade

Projeto Temático

Coordenador

Ronaldo Ramos Laranjeira – Unifesp

Investimento

R\$ 294.854,07 (FAPESP)

Texto D:**FEROMÔNIOS ASSOCIADOS AOS COLEÓPTEROS-PRAGA DE PRODUTOS ARMAZENADOS**

Marcos A. B. Moreira, Depto de Zoologia, Univ. Federal do Paraná, Curitiba-PR

Paulo H. G. Zarbin* e **Miryan D. A. Coracini**, Depto de Química, Univ. Federal do Paraná, Curitiba-PR

Recebido em 13/4/04; aceito em 27/10/04; publicado na web em 17/2/05

PHEROMONES ASSOCIATED TO COLEOPTERAN PESTS IN STORED PRODUCTS. One strategy to overcome risks of insecticide-based control in agriculture is to use semiochemicals. In the case of pheromones, these specific compounds can be applied in traps to detect and monitor the occurrence, abundance and distribution of insect pests. Reliable detection helps to time insecticide sprays, to decide the quantity of insecticide that will be used and the place where it will be applied. This manuscript aims to give an overview of the pheromones associated to coleopteran pests in stored products, and their utilization in integrated pest management. Keywords: pheromones; stored products; IPM.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação em preservar o ecossistema tem exigido da comunidade científica a busca por novos métodos de controle de insetos-praga. O uso indiscriminado de agrotóxicos, além de causar danos ao meio ambiente e organismos não-alvos, tem causado problemas relacionados à resistência dos insetos aos princípios ativos destes produtos¹. As perdas mundiais em produtos armazenados, devido ao ataque de insetos-praga na pós-colheita, são estimadas anualmente em 15% e custos elevados são envolvidos para a proteção destes produtos contra estas infestações². No Brasil, as perdas chegam a atingir 10% de toda a produção, sendo os principais fatores associados ao ataque de insetos, fungos e ácaros nos armazéns, silos e depósitos agroindustriais durante o armazenamento (Figura 1)³.

O estudo do comportamento dos insetos tem resultado no desenvolvimento de novos métodos que estão sendo usados em programas de manejo integrado de insetos-praga. O uso de semioquímicos, principalmente os feromônios, está se tornando uma importante ferramenta para a implementação de alternativas para o monitoramento e controle de insetos-praga de produtos armazenados¹.

Figura 1. Insetos causando danos em produtos armazenados. (a) - *Acanthoscelides obtectus* em feijão; (b) - *Sitophilus zeamais* em milho

O objetivo desta revisão é descrever a comunicação química dos principais coleópteros-praga associados aos produtos armazenados, enfatizando os feromônios identificados, e discutir viabilidades e perspectivas de aplicação destes compostos como forma alternativa para o controle das pragas.

A COMUNICAÇÃO QUÍMICA E AS ESTRATÉGIAS REPRODUTIVAS

Parte integrante do comportamento animal é a comunicação, definida como um processo que envolve a transmissão de sinais entre organismos. Em algumas situações confere vantagens apenas para o organismo emissor e seu grupo; em outras, apenas para os organismos receptores ou para ambos⁴.

Os insetos são os seres vivos que mais utilizam os odores para desempenhar suas funções vitais (localização de presas, defesa e agressividade, seleção de plantas hospedeiras, escolha dos locais para oviposição, corte e acasalamento)⁵. Essa comunicação pode ser efetuada entre organismos da mesma espécie (*feromônios - substâncias secretadas por um indivíduo e recebidas por um segundo, provocando uma reação específica ou um processo de desenvolvimento fisiológico específico*⁵) ou entre espécies diferentes (caioromônios, alomônios). Os feromônios sexuais e de agregação são os mais frequentes em pragas dos produtos armazenados e têm sido mais estudados, pois se enquadram melhor em estratégias de controle de pragas⁶.

As pragas dos produtos armazenados apresentam, basicamente, dois tipos de comunicação e estratégia reprodutiva⁷. A primeira refere-se aos insetos que possuem vida curta (menor que um mês) e não necessitam de um "sítio" de alimentação para o processo de reprodução. Os insetos de vida curta, como Dermestídeos, Bruchídeos e Anobiídeos, utilizam-se exclusivamente dos feromônios sexuais produzidos pelas fêmeas, que atraem os indivíduos co-

específicos para o acasalamento. A segunda refere-se àqueles insetos que possuem vida longa (maior que um mês) e que dependem essencialmente dos alimentos para se reproduzirem. Nos insetos que utilizam esta estratégia, como os Bostrichídeos, Cucujídeos, Curculionídeos, Silvanídeos, Tenebrionídeos, Bruchídeos e em várias espécies de Cerambycídeos, os machos da espécie produzem feromônios de agregação, cuja função é atrair indivíduos de ambos os sexos para as fontes de alimento onde, então, ocorrerá o acasalamento^{7,8}.

O entendimento da vantagem evolutiva dos machos que produzem feromônios é bastante complexo, uma vez que não há atração exclusiva das fêmeas para o acasalamento, mas também de competidores co-específicos. Uma das explicações é que a função primária original da especificidade da produção de feromônio pelos machos é, comprovadamente, potencializar a atração e efetuar o acasalamento⁹. Neste contexto, a função primária para a produção de feromônio de agregação dos insetos machos é atrair outros machos e fêmeas para vencer as defesas do hospedeiro ou microclimas inadequados¹⁰. Acasalamentos por meio da mediação de feromônios de agregação têm uma importância secundária, desde que adultos das espécies que utilizam este feromônio possuam vida relativamente longa. Este sistema é análogo à estratégia que usam alguns Escolitídeos. Nestes espécimes, durante a primeira fase em que os insetos adultos se agregam em uma planta hospedeira, o feromônio emitido pelos insetos pioneiros recruta insetos suficientes para vencer a resistência e as defesas do hospedeiro¹¹. Somente um número específico de indivíduos, independentemente do sexo, chega no hospedeiro em curto tempo para realizar as tarefas primárias. Assim, os machos devem primeiro localizar a fonte de alimento antes de poder atrair os seus co-específicos¹¹.

A maioria dos coleópteros, provavelmente, utiliza os feromônios de agregação visando atenuar a resistência do hospedeiro e deixar este habitat mais adequado¹². Em ambiente de armazenagem, onde sementes e outros produtos pós-colheita são mantidos sob condições de baixas temperaturas e umidade relativa do ar, o feromônio de agregação pode funcionar para reunir um grande número de indivíduos com o propósito de alterar as condições microclimáticas desse local¹¹, as quais são parcialmente provocadas pelos metabolismos dos produtos e dos insetos-praga. Sob estas condições ambientais específicas poderia haver, por parte de determinadas espécies, uma necessidade pré-adaptativa dos feromônios de agregação visando possibilidades de obtenção de êxito nas infestações de insetos adultos, na alimentação e sobrevivência em produtos armazenados¹⁰.

Os feromônios de agregação também podem funcionar na regulação de densidade populacional¹³. Altas densidades populacionais causam redução na fecundidade, debilitam a oviposição e aumentam a mortalidade¹⁴. Entretanto, coleópteros que apresentam altas densidades populacionais são menos atraídos pelo feromônio de agregação ou, sob determinadas condições, podem até serem repelidos pela ação do mesmo¹⁴. Em certas espécies, como *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Cucujidae), os insetos, quando mantidos sob condições de baixas densidades populacionais, chegam a produzir duas vezes mais feromônio que quando mantidos sob altas densidades¹⁴.

COLEÓPTEROS-PRAGA E SEUS FEROMÔNIOS

Praticamente todos os feromônios de insetos em produtos armazenados de interesse econômico já foram identificados, sendo que a primeira espécie que teve seu feromônio sexual identificado foi o besouro *Attagenus unicolor* (Coleoptera: Dermestidae). Abaixo estão descritas as principais espécies e seus feromônios associados.

Lasioderma serricorne (Coleoptera: Anobiidae)

Ocorre principalmente em tabaco armazenado, mas também em fábricas de processamento de alimentos e em alimentos de animais em "pet-shops". As fêmeas são as responsáveis pela liberação de um feromônio sexual e somente os machos são atraídos. O principal componente feromonal foi identificado por Chuman e colaboradores¹⁵ como sendo a (4*S*,6*S*,7*S*)-7-hidroxi-4,6-dimetil-3-nonanona (**1**), serricornina. Mori e colaboradores¹⁶ definiram a configuração absoluta do isômero responsável pela atratividade. Esta espécie produz ainda a (2*S*,3*R*,1'*R*)-2,3-diidro-2-etil-3,5-dimetil-6-(1'-metil-2-oxobutil)-4H-piran-4-ona (**2**), serricorona, e a (2*S*,3*R*,1'*S*,2'*S*)-2,3-diidro-2-etil-3,5-dimetil-6-(1'-metil-2'-hidroxibutil)-4H-piran-4-ona (**3**), serricorola, os quais elicitam nos insetos machos comportamentos de agregação e de acasalamento¹⁵. A relação entre **1**, **2** e **3** foi determinada como sendo 4,4:1,7:117.

Stegobium paniceum (Coleoptera: Anobiidae)

Ocorre em moinhos de grãos, em locais de armazenamento de alimentos e de especiarias (temperos). As fêmeas são as responsáveis pela liberação do feromônio sexual e somente os machos da espécie são atraídos. As fêmeas tornam-se atrativas para os machos com 4 a 5 dias de idade, e o período máximo de atratividade verifica-se com uma semana após a emergência¹⁸. A identificação deste feromônio foi realizada em 1978 por Kuwahara e colaboradores¹⁹ como sendo o (2*S*,3*R*,1'*R*)-2,3-diidro-2,3,5-trimetil-6-(1'-metil-2-oxobutil)-4H-piran-4-ona (**4**), estegobinona, cuja configuração absoluta foi estabelecida através da síntese realizada por Hoffmann e colaboradores²⁰. Posteriormente, Kodama e colaboradores²¹ identificaram um segundo componente feromonal, um álcool análogo identificado como (2*S*,3*R*,1'*S*,2'*S*)-2,3-diidro-2,3,5-trimetil-6-(2'-hidroxi-1'-metilbutil)-4H-piran-4-ona (**5**), estegobiol, e constatou-se que este composto opera como atraente sexual à curta distância, enquanto **4** atua à longa distância²¹.

Rhyzopertha dominica (Coleoptera: Bostrichidae)

Principal praga de pós-colheita do trigo no Brasil, mas também se alimenta de cevada, tritcale, arroz e aveia. O feromônio de agregação para ambos os sexos desta espécie é composto pelos componentes (*E*)-2 metil-2-pentenoato de 1-metilbutila (**6**), dominicalure 1, e (*E*)-2,4-dimetil-2-pentenoato de 1-metilbutila (**7**), dominicalure 2, os quais são efetivos individualmente ou em várias combinações²². A produção e a concentração dos componentes feromonais **6** e **7** variam continuamente em um período de um mês. Não há influência da idade nos níveis de produção de feromônio, ou do número de cópulas já realizadas pelo inseto²³. Os isômeros naturais (*S*) mostraram-se duas vezes mais ativos em testes de campo que os respectivos enantiômeros²⁴.

***Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae)**

É uma das principais pragas do feijão. Os machos desta espécie produzem um feromônio que é atrativo apenas para fêmeas virgens, sendo que estas, aparentemente, não produzem feromônio sexual. Após a cópula, as fêmeas não são atraídas para outros machos durante o resto de suas vidas²⁵. A estrutura química deste feromônio foi definida como sendo o (*R*, *E*)-2,4,5-tetradecatrienoato de metila (**8**)²⁶.

***Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae)**

É uma das únicas espécies-praga de produtos armazenados cujo feromônio ainda não foi identificado. Entretanto, vários fatores que envolvem a regulação da produção de um eventual feromônio têm sido descritos na literatura²⁷. A produção e/ou a liberação do feromônio está aparentemente correlacionada com a maturidade sexual dos adultos. Deterrentes de oviposição têm sido relatados em várias espécies de bruchídeos, denominados feromônios marcadores de hospedeiros (HMP)²⁸, os quais impedem que ocorra oviposição de uma outra espécie nas sementes do feijão.

***Cryptolestes spp.* (Coleoptera: Cucujidae)**

Praga que ocorre em grãos quebrados, restos de grãos e farinhas em armazéns. Algumas espécies do gênero já tiveram seus feromônios identificados. Para *C. ferrugineus*, o feromônio de agregação foi identificado como sendo uma mistura de (4*E*,8*E*)-4,8-dimetil-4,8-decadien-10-olida (**9**), ferrulactona I, e (3*Z*,11*S*)-3-dodecen 11-olida (**10**), ferrulactona II, as quais atuam de maneira sinérgica²⁹. As fêmeas são mais sensíveis a estes feromônios que os machos. Em condições naturais, a proporção observada entre os dois componentes é de 1,6:1, entretanto, a proporção de 9:1 é que melhor promove uma resposta comportamental³⁰. Millar e colaboradores³¹ identificaram três outros componentes do feromônio de agregação de *C. pusillus*. A (3*Z*)-3-dodecen-12-olida (**11**) é o componente majoritário, apresentando atividade quando testado isoladamente. A (5*Z*,13*S*)-5-tetradecen-13-olida (**12**) não possui atividade isoladamente, mas apresentou sinérgismo considerável com a lactona **11**. A (3*Z*,6*Z*)-3,6-dodecadien-12-olida (**13**) mostrou-se ativa em altas concentrações, mas não influenciou significativamente na atividade da mistura de (*S*)-**10** e **11**.

***Oryzaephylus spp.* (Coleoptera: Cucujidae)**

Este inseto também ocorre em todos os tipos de grãos quebrados e restos de grãos. As estruturas químicas atribuídas aos feromônios dessas espécies são bastante próximas às aquelas mencionadas anteriormente, por pertencerem a mesma família. O feromônio de agregação de *O. mercator* é composto por uma mistura (1:1,25) das macrolactonas (*R*)-**10** e (3*Z*,6*Z*,11*R*)-3,6-dodecadien-11-olida (**14**)^{32,33}. Ambos os sexos desta espécie são atraídos para cada composto individualmente e, também, para uma mistura (1:1). Os insetos machos possuem uma menor resposta na atração para o feromônio (*R*) **10**, enquanto que para as fêmeas uma menor atividade é observada para **14**³³. Na espécie *O. surinamensis*, uma mistura (1:3:1) das macrolactonas **13**, **14** e (5*Z*,8*Z*,13*R*)-5,8-tetradecadien-13-olida (**15**) foi atribuída como feromônio de agregação, sendo necessária a presença dos três componentes para uma efetiva atratividade³³.

***Sitophilus spp.* (Coleoptera: Curculionidae)**

Também chamados de gorgulhos dos cereais, pois atacam milho, trigo, arroz, cevada, etc. Os feromônios de agregação ocorrem em *S. oryzae*, *S. zeamais* e *S. granarius*. Phillips e colaboradores³⁴ identificaram o (4*S*,5*R*)-5-hidroxi-4-metil-3-heptanona (**16**), sitophilure, como sendo o feromônio de agregação de *S. oryzae* e *S. zeamais*. A estrutura química do feromônio de *S. granarius* foi também identificada por Phillips e colaboradores³⁵ como sendo o (2*S*,3*R*)-2-metil-3-hidroxipentanoato de 1 etilpropila (**17**), sitophilato. Para todas estas espécies, a presença dos feromônios em altas concentrações reduz as atrações ou até causa efeitos de repelência^{36,37}.

***Anthrenus spp.* (Coleoptera: Dermestidae)**

Ocorrem em lã e seus sub-produtos armazenados e em objetos de museus. As fêmeas de *A. flavipes* apresentam o comportamento de chamamento próximo do início da fotofase, correlacionado com a liberação de um feromônio sexual, o ácido 3-decenóico (**18**)³⁸. As fêmeas de *A. verbasci* também liberam feromônio sexual que atrai machos e estimula sua resposta sexual. Para esta espécie, o 475 Feromônios Associados aos Coleópteros-Praga de Produtos Armazenados Vol. 28, No. 3 feromônio foi identificado como uma mistura 85:15 dos isômeros (*Z*) e (*E*) do ácido 5-undecenóico (**19**)³⁹.

***Attagenus spp.* (Coleoptera: Dermestidae)**

Ocorrem preferencialmente em locais onde há processamento de alimentos, mas também foram descritos em objetos de museu, em sêda armazenada, e até mesmo alimentando-se em pupas do bicho da sêda. Fêmeas maduras de várias espécies deste gênero demonstraram comportamento de chamamento diurno, o qual está associado com a liberação de um feromônio sexual^{7,40,41}. Em *A. elongatulus* e *A. rufipennis*, a emissão de feromônio pelas fêmeas e a resposta do macho ocorrem durante as primeiras horas da fotofase, enquanto que nas espécies *A. unicolor* e *A. bicolor* o comportamento de chamamento é efetuado durante a metade do período da fotofase. Esses insetos utilizam-se, comumente, do ácido 3,5-tetradecadienóico como feromônio sexual. Fêmeas de *A. megatoma* emitem o ácido (3*E*,5*Z*) megatomóico (**20**), enquanto que *A. elongatulus* produz o isômero (3*Z*,5*Z*)- **21**.

***Trogoderma spp.* (Coleoptera: Dermestidae)**

Ocorrem em trigo armazenado, em fábricas de processamento de alimentos, em sêda armazenada e até mesmo alimentando-se em pupas do bicho da sêda. Diversas espécies de *Trogoderma* produzem o (*Z*)- ou (*E*)-14-metil-8-hexadecenal (**22**), trogodermal, como feromônio sexual^{42,43}. O isômero (*R*)-**22** tem sido descrito como o enantiômero bioativo⁴⁴, apesar de Rossi e colaboradores⁴⁵ mencionarem que a atividade está associada ao isômero

(S). Foram relatadas respostas interespecíficas para extratos de fêmeas de várias espécies de *Trogoderma*, e atração cruzada de machos para fêmeas não co-específicas⁴⁶. A atração cruzada nestas espécies foi explicada pela ocorrência de substâncias precursoras do feromônio, o (Z)-14-metil-8-hexadecenol (**23**) e (Z)-14-metil-8-hexadecenoato de metila (**24**) em extratos de fêmeas de *T. inclusum*, *T. variabili* e *T. granarium*⁴⁷.

***Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)**

Ocorre em fábricas de processamento de alimentos e em locais de armazenamento de farinha. Vários feromônios podem estar envolvidos na mediação e no comportamento de cópula nesta espécie⁴⁸. Feromônio produzido pelas fêmeas atrai machos; feromônio produzido pelos machos atrai fêmeas; um ou mais feromônios induzem a cópula e produção de feromônio anti-afrodisíaco produzido pelos machos⁴⁹. O feromônio sexual produzido pelas fêmeas foi identificado por Tanaka e colaboradores⁵⁰ como sendo o (R)-4-metil-1-nonanol (**25**)⁵¹. A produção aumenta com a maturação sexual das fêmeas, atingindo o pico máximo em 4-5 dias após a emergência. A resposta comportamental dos machos frente ao feromônio sexual das fêmeas é semelhante, aumenta com a idade e maturidade, alcançando o pico máximo em 5 dias após a eclosão⁵¹. Sob condições naturais, o feromônio das fêmeas pode facilitar a cópula, desde que tenham sido efetuados contatos físicos. O isômero (R) sintético mostrou atividade semelhante ao produto natural, enquanto seu enantiômero (S) não apresentou nenhum efeito sinérgico ou antagônico⁵⁰.

***Tribolium* spp. (Coleoptera: Tenebrionidae)**

Estes insetos dependem do ataque de outras pragas para se instalarem nos grãos armazenados, alimentando-se de várias espécies como sorgo, trigo, milho. O macho é o responsável pela liberação de feromônio de agregação em várias espécies, como *T. confusum*, *T. castaneum*, *T. brevicornes*, *T. destructor*, *T. audax* e *T. freemani*^{52,53}. O principal componente associado a este gênero é o (4R,8R)-4,8-dimetildecenal (**26**), tribolure⁵⁴, cuja estereoquímica foi definida por Mori e colaboradores⁵⁵. Posteriormente, bioensaios realizados por Suzuki e colaboradores⁵⁶ revelaram que uma mistura 8:2 dos isômeros (4R,8R)- **26** e (4R,8S)- **27** foi 10 vezes mais ativa que o isômero natural isolado.

MÉTODOS DE CONTROLE DE PRAGAS DE PRODUTOS ARMAZENADOS

Os métodos de controle utilizados no Brasil são os físicos e os químicos. Os métodos físicos envolvem a manipulação dos fatores físicos para reduzir a população da praga a um nível tolerável ou eliminá-la⁵⁷. Controle da temperatura, da umidade relativa e da composição da atmosfera (CO₂, O₂, N₂), uso de pós inertes, remoção física de insetos, radiação ionizante, luz e som podem ser empregados, isoladamente ou combinados, para se obter o controle de pragas³. O uso de inseticidas é um dos métodos de controle mais empregados na atualidade. O controle químico pode ser aplicado de forma preventiva ou curativa³. Porém, há o problema do surgimento de resistência das pragas aos inseticidas.

1	2	3
4	5	6
7	8	9
10 (R)-10 (S)-10	11	12
13	14	15

16		17		18
19		20		21
22		23		24
25		26		27

Aplicação de feromônios no controle de pragas de produtos armazenados

Atualmente há no mercado produtos (armadilhas) contendo feromônios para serem utilizados no monitoramento de algumas espécies de pragas de produtos armazenados. É possível encontrar, por exemplo, produtos para as espécies *C. ferrugineus*, *C. pusillus*, *O. mercator*, *O. surinamensis*, *R. dominica*, *S. oryzae*, *S. zeamais*, *S. granarius*, *T. castaneum*, *T. confusum*, *T. granarium* e *T. variable*⁵⁸. Contudo, no mercado brasileiro, há apenas produtos para as espécies *T. castaneum*, recomendados para serem empregados em grãos armazenados e seus subprodutos, e *L. serricorne*, para ser empregado em fumo armazenado⁵⁹.

Estudos estão sendo conduzidos com o objetivo de desenvolver novos produtos para serem utilizados no controle de coleópteros-pragas, não apenas no seu monitoramento, mas também pelo método de confusão sexual, como já ocorre para lepidópteros-praga de frutas de clima temperado (maçã, pêssego, pêra e uva)^{60,61}. Entretanto, isso já é algo mais difícil de ser aplicado aos coleópteros, pois o sistema de comunicação entre os indivíduos da mesma espécie pode envolver a interação entre vários fatores, não apenas o uso de feromônio sexual, como é o caso dos lepidópteros.

VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DE FEROMÔNIOS NO CONTROLE DE INSETOS

Há vários benefícios quanto à utilização de feromônios para monitoramento e controle de insetos-praga. A principal vantagem do uso de feromônios sintéticos é que eles são espécie-específicos e atóxicos, ou seja, só vão atuar sobre as espécies-alvo. Quando utilizados no monitoramento de insetos, é necessário apenas uma pequena quantidade do produto, que é acondicionada em armadilhas. As armadilhas contendo feromônio auxiliam na previsão das épocas de adoção das metodologias para o controle curativo, aumentando a precisão do uso de inseticidas, na verificação da eficiência do tratamento químico convencional, e na detecção dos espécimes resistentes aos principais ingredientes ativos desses produtos. A utilização de feromônios sintéticos é um método de controle que pode ser incorporado às técnicas do manejo integrado de pragas (MIP).

Entretanto, como todo método de controle de pragas, o uso do feromônio apresenta algumas desvantagens. O custo das técnicas de controle de insetos através do uso de feromônios sintéticos, principalmente em estágios iniciais de instalação, é geralmente mais alto que as aplicações de inseticidas convencionais. Porém, a longo prazo este custo diminui. É preciso desenvolver estudos básicos sobre o inseto-praga e as interações com o ambiente para o método ser eficiente. Há dificuldades em relacionar o número de insetos capturados com os limiares de dano econômico das pragas. O processo de obtenção dos compostos feromoniais com alta pureza estereoquímica requer, em alguns casos, metodologias sintéticas bastante complexas. E também, algumas vezes, os compostos isolados e identificados no laboratório não promovem uma resposta satisfatória no campo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos avanços bastante significativos na utilização dos feromônios para monitoramento e controle de insetos-praga, a sua aplicação ainda não foi suficiente para gerar tecnologias capazes de viabilizarem seu emprego em larga escala comercial, bem como ao pronto atendimento das demandas no controle de pragas. A prova incontestada afirmação é o aumento de novos produtos e avanços tecnológicos na área dos inseticidas convencionais que, apesar de toda a problemática ambiental envolvida, ainda continuam sendo a principal alternativa no controle de insetos-praga.

A escassez da divulgação e transferência de tecnologia destes produtos, a falta do engajamento da sociedade civil, a pouca conscientização dos produtores em geral e a falta de uma política pública visando fortalecer e ampliar o uso de feromônios na agricultura podem constituir os principais gargalos que inviabilizam os investimentos do setor privado, a aplicação em escala comercial e acessibilidade a esses produtos pelos usuários potenciais. Seria de fundamental importância a consolidação no Brasil de um grupo gestor em Ecologia Química, visando aglutinar esforços, angariar investimentos, efetuar prospecção de demandas tecnológicas a fim de reduzir custos com as pesquisas e sobreposição destas, e elaborar políticas públicas que trariam avanços significativos no uso destas substâncias.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Araucária do Paraná, CNPq, CAPES, IFS(Suécia), OPCW(Holanda) e Embrapa/Prodetab pelos auxílios financeiros e bolsas concedidas.

REFERÊNCIAS

1. Ferreira, J. T. B.; Zarbin, P.H.G.; *Química Nova na Escola* 1998, no 7, 3.
2. Reichmuth, C.; Schöller, M.; Ulrichs, C.; *Gelsenkirchen* 1997, 119.
3. Lorini, I.; *Manual Técnico para o Manejo Integrado de Pragas de Grãos Armazenados*, Embrapa Trigo, 2001.
4. Nascimento, R. R.; Sant'Ana, A. E. G. Em *Feromônios de insetos: Biologia, Química e Emprego no Manejo de Pragas*; Vilela, E. F.; Della Lúcia, T.M.C., eds.; 2a ed., Holos Editora: Ribeirão Preto, 2001, p. 65-71.
5. Vilela, E. F.; Della Lúcia, T. M. C. Em *Feromônios de Insetos: Biologia, Química e Emprego no Manejo de Pragas*; Vilela, E.F. e Della Lúcia, T.M.C., eds.; 1a ed, Holos Editora: Ribeirão Preto, 1987, p. 155.
6. Nordlund, D. A.; Lewis, W. J.; *J. Chem. Ecol.* 1996, 2, 211.
7. Burkholder, W. E.; *J. Georgia Entomol. Soc.* 1982, 17, 1.
8. Boughton, A.; Fadamiro, H. Y.; *J. Stored Prod. Res.* 1996, 32, 13.
9. Landolt, P.J.; *Am. Entomol.* 1997, 43, 12.
10. Raffa, K. F.; Phillips, T. W.; Salon, S. M. Em *Beetle. Pathogen Interactions in Conifer Forests*; Schowater, T. D.; Phillips, G. M., eds; Acad. Press, 1993, p. 103.
11. Borden, J. H.; Dolinsk, M. G.; Chong, L.; Verigin, V.; Pierce, H. D. Jr.; Oehlschlager, A. C.; *Can. Entomol.* 1979, 111, 681.
12. Levinson, H. Z.; Levinson, A. R.; *Anz. Schädlingsskd. PFL* 1994, 67, 47.
13. Mignon, J.; Haubruge, E.; Lienard, V.; Gaspar, C.; Lognay, G.; *Entomol. Exp. Appl.* 1996, 80, 555.
14. Pierce, A. M.; Borden J. H.; Oehlschlager, A. C.; *J. Chem. Ecol.* 1990, 16, 595.
15. Chuman, T.; Mochizuki, K.; Mori, M.; Kohno, M.; Kato, K.; Noguchi, M.; *J. Chem. Ecol.* 1985, 11, 417.
16. Mori, M.; Chuman, T.; Kohno, M.; Kato, K.; Noguchi, M.; Nomi, H.; Mori, K.; *Tetrahedron Lett.* 1982, 23, 667.
17. Imai, T.; Kodama, H.; Chuman, T.; Masahiro, K.J.; *J. Chem. Ecol.* 1990, 16, 1237.
18. Barratt, B. I. P.; *Bull. Entomol. Res.* 1974, 64, 621.
19. Kuwahara, Y.; Fukami, H.; Howard, R.; Ishii, S.; Matsumura, F.; Burkholder, W.E.; *Tetrahedron* 1978, 34, 1769.
20. Hoffmann, R. W.; Ladner, W.; Steinbach, K.; Massa, W.; Schmidt, R.; Snetzke, G.; *Chem. Ber.* 1981, 114, 2786.
21. Kodama, H.; Ono, M.; Kohno, M.; Ohnishi, A.; *J. Chem. Ecol.* 1987, 13, 1871.
22. Khorramshahi, A. ; Burkholder, W. E.; *J. Chem. Soc.* 1981, 7, 33.
23. Dowdy, A. K.; Howard, R. W.; Seitz, L. M.; McGraughey, W. H.; *Environ. Entomol.* 1993, 22, 965.
24. Willians, H. J.; Silverstein, R. M.; Burkholder, W. E.; Khorramshahi, A.; *J. Chem. Ecol.* 1981, 7, 759.
25. Feromônios Associados aos Coleópteros-Praga de Produtos Armazenados Vol. 28, No. 3
26. Halstead, D. G. H.; *J. Stored Prod. Res.* 1973, 9, 109.
27. Horler, D. F.; *J. Chem. Soc.* 1970, 6, 859.
28. Plarre, R.; Vanderwel, D. C. Em *Pheromones of Non-lepidopteran Insects Associated with Agricultural Plants*; Hardie, J.; Minks, A. K., eds.; CABI International: Oxford, 1999, cap. 7.
29. Mbata, G. N.; Ramaswamy, S. B.; *J. Stored Prod. Res.* 1995, 31, 157.
30. Wong, J. H.; Verigin, V.; Oehlschlager, A. C.; Pierce, H. D. Jr.; *J. Chem. Ecol.* 1983, 9, 451.
31. Clambers, J.; Morgan, C. P.; While P. R.; Mori, K.; Finnegan, D. E.; Pinniger, D. B.; *J. Chem. Ecol.* 1990, 16, 3353.
32. Millar, J. G.; Pierce, H. D. Jr.; Pierce, A. M.; Oehlschlager, A. C.; Border, J. H.; Barak, A. V.; *J. Chem. Ecol.* 1985, 11, 1053.
33. Oehlschlanger, A. C.; Pierce, A. M.; Pierce, H. D. Jr.; Borden, J. H.; *J. Chem. Ecol.* 1988, 13, 1543.
34. Pierce A. M.; Pierce, H. D. Jr.; Millar, J. G.; Borden, J. H.; Oehlschlanger, A. C.; *Proceedings of the International Working Conference on Stored Product Entomology*, Manhattan, E.U.A., 1984.
35. Phillips, J. K.; Walgenbach, C. A.; Klein, J. A.; Burkholder, W. E.; Schmuff, N. R.; Fales, H. M.; *J. Chem. Ecol.* 1985, 11, 1263.
36. Phillips, J. K.; Miller, S. P. F.; Andersen, J. F.; Fales, H. M.; Burkholder, W. E.; *Tetrahedron Lett.* 1987, 28, 6145.
37. Levinson, H. Z.; Levinson, A.; Ren, Z.; Mori, K.; *J. Appl. Entomol.* 1990, 110, 203.
38. Jiang, X. L.; *Entomol. Knowl.* 1995, 32, 23.
39. Ma, M.; Burkholder, W. E.; *Ann. Entomol. Soc. Am.* 1978, 71, 129.
40. Kuwahara, Y.; Nakamura, Y.; *J. Appl. Zool.* 1985, 20, 354.
41. Silverstein, R. M.; Rodin, J. O.; Burkholder, W. E.; Gorman, J. E.; *Science* 1967, 157, 85.
42. Barac, A. V.; Burkholder, W. E.; *J. Chem. Ecol.* 1978, 4, 451.
43. Cross, H. J.; Byler, R. C.; Cassidy, R. S.; Silverstein, R. M.; Greenblatt, R. E.; Burkholder, W. E.; Levinson, A. R.; Levinson, H. Z.; *J. Chem. Ecol.* 1976, 2, 457.
44. Greenblatt, R. E.; Burkholder, W. E.; Cross, J. C.; Byler, C.; Silverstein, R. M.; *J. Chem. Ecol.* 1976, 2, 285.
45. Levinson, H. Z.; Mori, K.; *Naturwiss.* 1980, 67, 148.
46. Rossi, R.; Niccoli, A.; *Naturwiss.* 1978, 65, 259.
47. Vick, K. W.; Burkholder, W. E.; Gorman, J. E.; *Ann. Entomol. Soc. Am.* 1970, 66, 667.
48. Greenblatt, R. E.; Burkholder, W. E.; Cross, J. C.; Cassidy, R. F.; Silverstein, R. M.; Levinson, A. R.; Levinson, H. D.; *J. Chem. Ecol.* 1977, 3, 337.
49. August, C. J.; *J. Insect Physiol.* 1971, 17, 739.
50. Happ, G. M.; *Nature* 1969, 222, 180.
51. Tanaka, Y.; Honda, H.; Ohsawa, K.; Yamamoto, I.; *J. Pest. Sci.* 1989, 14, 197.
52. Tanaka, Y.; Honda, H.; Ohsawa, K.; Yamamoto, I.; *J. Pest. Sci.* 1986, 11, 49.
53. Faustine, D. L.; Giese, W. L.; Phillips, J. K.; Burkholder, W. E.; *J. Chem. Ecol.* 1982, 8, 679.
54. Suzuki, T.; Nakakita, H.; Kuwahara, Y.; *Appl. Entomol. Zool.* 1987, 22, 340.
55. Suzuki, T.; Sugarara, R.; *Appl. Entomol. Zool.* 1979, 14, 228.
56. Mori, K.; Kuwahara, S.; Ueda, H.; *Tetrahedron* 1983, 39, 2439.
57. Suzuki, T.; Kozaki, J.; Sugawara, R.; Mori, K.; *Appl. Entomol. Zool.* 1984, 19, 15.
58. Banks, H. J.; Fields, P. G. Em *Stored Grain Ecosystems*; Jayas, D. S.; White, N. D.; Muir, G., eds.; Marcell Dekker: New York, 1995, p. 353-409.
59. <http://www.pheroshop.com>, acessada em Ago/04.
60. <http://www.biocontrole.com.br>, acessada em Ago/04
61. Thomson, D.; Brunner, J.; Gut, L.; Judd, G.; Knight, A.; *IOBC wprs Bulletin* 2001, 24, 23.
62. Charmillot, P.-J.; Hofer, D.; Pasquier, D.; *Entomol. Exp. Appl.* 2001, 94, 211

Continuação dos exercícios

2. A partir das Categorias de Publicações Científicas fornecidas a seguir e das Normas de Publicação (p. 47), classifique os textos em: Artigo de revisão (R), Artigo original (O), Artigo de divulgação (D), Texto Não-Científico (NC).
3. Existem características que permitem diferenciar textos R, O, D e NC?
4. Segundo um dicionário¹², feromônio é uma *designação genérica de substâncias químicas produzidas por animais (primeiro descrita em insetos) que atuam como sinais químicos nas comunicações entre membros da mesma espécie. Trata-se em geral de uma molécula relativamente pequena, de substância volátil, derivada quase sempre de terpenos ou de ácidos graxos. Segundo outro dicionário¹³, feromônio, mesmo que ferormônio, é uma substância biologicamente muito ativa, secretada especialmente por insetos e mamíferos, com funções de atração sexual, demarcação de trilhas ou comunicação entre indivíduos, ETIM gr. (etimologia grego) phero 'trazer' sob a f. (forma) fero- + ho(r)mônio.*
Compare as definições de feromônio acima com as citadas nos textos B e D (sublinhadas e em itálico, p. 24 e 27, respectivamente).
5. O modo de publicar trabalhos científicos é o mesmo de uma propaganda (ou classificado)?
6. Um mesmo artigo poderia ser encontrado em duas ou mais revistas?

Categorias de publicação científica¹⁴

Há uma grande variedade de meios que transmitem informação científica: periódicos especializados, livros, jornais, revistas leigas, fitas de cinema e de vídeo, discos de CD-ROM e de DVD. Os periódicos especializados são aqueles que no jargão científico são em geral denominados "revistas" ou "*journals*" e os artigos científicos publicados "*papers*".

Todo este material assim transmitido pode ser classificado em publicações primárias ou secundárias. Publicações primárias são aquelas que contêm resultados originais ou propostas inéditas apresentadas pelo autor e podem ser:

1. Trabalhos descritivos, nos quais predominam as observações sobre objetos, materiais, estruturas, fenômenos (células do pâncreas da preguiça *Bradypus tridactylus*. Microscopia de luz e eletrônica);
2. Trabalhos experimentais que envolvem manipulação e experimentação com animais, células, modelos, processos, materiais, estruturas complexas (ação da tolbutamida sobre o pâncreas de *B. tridactylus*);
3. Trabalhos teóricos que analisam objetos, estruturas ou eventos de um ponto de vista estritamente teórico (importância do metabolismo de insulina na evolução do pâncreas de *B. tridactylus* durante o pleistoceno).
4. Trabalhos de levantamento, os quais são caracterizados pela coleta de informações via questionários/entrevistas/banco de dados.

¹² Luís Rey (1999) Dicionário de termos técnicos de medicina e saúde, p. 324, Ed. Guanabara Koogan.

¹³ Houaiss, A., Villar, M.S., Franco, F.M.M. (2004) Dicionário Houaiss da língua portuguesa, p. 1329, Ed. Objetiva.

¹⁴ Adaptado de P. Abrahamsohn – (2004) Redação científica, Editora Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro, p. 3-4.

As publicações secundárias contêm resultados e conceitos já publicados anteriormente, eventualmente acrescidos de novos resultados ou interpretações obtidas por quem as escrevem. Desta categoria constam os capítulos de livros, as monografias e as revisões publicadas em periódicos, que têm a finalidade de oferecer aos leitores informações atualizadas, fundamentadas em autores que investigam o assunto (conhecimentos atuais sobre microscopia óptica e eletrônica e funções das células do pâncreas de *B. tridactylus*).

Da categoria de publicações secundárias fazem parte ainda os artigos de divulgação em revistas leigas ou jornais, cujo estilo e profundidade de abordagem devem ser adequados ao meio em que são publicados e aos leitores a que se destinam (cientistas brasileiros fazem descoberta importante no pâncreas do bicho preguiça).

As publicações secundárias são geralmente redigidas a convite do editor do livro, jornal ou periódico, muito embora alguns periódicos científicos aceitem contribuições voluntárias nesta categoria, desde que consultados previamente.

Exercício extraclasse - Atividade I: Familiarização com a publicação científica

O objetivo desta atividade é a familiarização com o formato das publicações científicas. Para isso você irá receber um texto que deverá ser estruturado de acordo com as normas de publicação de uma revista científica. Para auxiliá-lo(a), no anexo 1 (p. 47) estão relacionadas as Normas de Publicação da Revista de Nutrição (Brazilian Journal of Nutrition).

Você também deverá analisar os itens: espaço amostral, relevância social da investigação, credibilidade e atualização das referências citadas. Para otimizar esta atividade, está apresentado um roteiro a ser seguido:

- A. Responder as questões 1 – 9.
 - B. Preparar o texto para ser submetido à publicação em uma revista especializada, de acordo com os itens 10 – 13.
 - C. Entregar as respostas das questões de 1 a 9 mais o texto organizado (itens 10 a 13) por escrito e via e-mail ao orientador.
1. A qual das categorias (de I a V, mencionadas nas Normas de Publicação) pertence o artigo?
 2. Os redatores do artigo são os pesquisadores?
 3. Qual é o problema investigado pelo(s) autor(es) do trabalho?
 4. O tema tem relevância acadêmica, social, ou ambas?
 5. O tema tem relevância para o Brasil?
 6. Qual é o tamanho da amostra empregada na investigação?
 7. Qual foi o grupo controle do trabalho?
 8. Há tratamento estatístico dos dados?
 9. As referências são atuais? São referências nacionais ou internacionais?
 10. Escrever o resumo do artigo.
 11. Escolher as palavras-chaves do artigo.
 12. Dar um título ao artigo.
 13. Estruturar o artigo como se ele fosse ser enviado a revista.

Aula 5: Princípios de Lógica

A investigação científica não termina com seus dados; ela se inicia com eles. O produto final da ciência é uma teoria ou hipótese de trabalho e não os chamados fatos. (Rubem Alves)

O objetivo deste capítulo é fornecer somente alguns princípios básicos de Lógica. Para isso, leia o texto abaixo e responda às questões a seguir.

O objeto da Lógica¹⁵

As pessoas podem apresentar ou deixar de apresentar evidências em apoio de suas afirmações. Uma afirmação que está apoiada pela evidência é a conclusão de um argumento, e a Lógica elabora técnicas para a análise de argumentos. A análise lógica procura examinar as relações que existem entre uma conclusão e a evidência que lhe serve de apoio.

Quando as pessoas raciocinam, fazem inferências. Estas podem transformar-se em argumentos, e as técnicas da Lógica podem, então, ser aplicadas aos argumentos daí resultantes. É desse modo que as inferências que originam os argumentos podem ser examinadas.

A Lógica trata, portanto, de argumentos e inferências. Um de seus propósitos básicos é apresentar métodos capazes de identificar os argumentos logicamente válidos, distinguindo-os dos que não são logicamente válidos.

Definições

O vocábulo *argumento* é básico para a Lógica. Diferentemente do que na linguagem comum, para a Lógica, argumento é uma coleção de enunciados que estão relacionados uns com os outros. Esses enunciados de evidência são as *premissas*.

Exemplo 1:

1. Há um chapéu grande.
2. Alguém é o proprietário deste chapéu.
3. Proprietários de grandes chapéus têm grandes cabeças.
4. Pessoas de grandes cabeças têm cérebros grandes.
5. Pessoas de cérebros grandes são intelectuais.
6. O proprietário deste chapéu é um intelectual.

Este argumento é formado por seis enunciados. Os cinco primeiros são as *premissas*; o sexto é a *conclusão* do argumento. A não ser nos livros de Lógica, é difícil que os argumentos se apresentem dessa maneira padronizada. Com isso, é importante reconhecer os argumentos quando se apresentam na linguagem comum, pois não se encontram dessa maneira. Também é preciso reconhecer as premissas e a conclusão, porque também é raro que se apresentem separadas.

As premissas de um argumento devem, em tese, apresentar evidências que suportem a conclusão. Apresentar a evidência nas premissas requer duas coisas: em primeiro lugar, que as premissas sejam enunciados de fatos e em segundo, que os fatos apresentados sirvam de evidência para a conclusão.

¹⁵ Adaptado de: W.C. Salmon (1981) *Lógica*, Zahar, 5ª ed, Rio de Janeiro, p. 13-33.

- 1.2 ☐ Todas proteínas são formadas por todos os aminoácidos.
 ☐ Leucina é um aminoácido.
 ☐ Toda proteína contém leucina.
- 1.3 ☐ Gás carbônico e bicarbonato dissolvidos em água, quando em proporções entre 1:10 e 10:1, formam um sistema-tampão.
 ☐ O sangue humano tem gás carbônico dissolvido e bicarbonato.
 ☐ O sangue humano é um sistema-tampão.
- 1.4 ☐ Toda reação espontânea apresenta variação de energia negativa.
 ☐ A transformação de glicose em gás carbônico e água tem variação de energia negativa.
 ☐ Glicose é transformada em gás carbônico e água espontaneamente.
- 1.5 ☐ Enzimas são proteínas.
 ☐ A hemoglobina é uma proteína.
 ☐ Hemoglobina é enzima.
- 1.6 ☐ Gás carbônico apresenta massa de 44g/mol.
 ☐ Quando respiramos eliminamos gás carbônico.
 ☐ Respirar emagrece.
- 1.7 ☐ A pressão atmosférica corresponde, por definição, a 760 mmHg ao nível do mar.
 ☐ A pressão sangüínea oscila, em média, entre 80 e 130 mmHg.
 ☐ Quando é feito um corte profundo na pele entra ar na corrente sangüínea.
- 1.8 ☐ O Homem obtém energia em processos de oxidação dos alimentos.
 ☐ O papel pode ser oxidado.
 ☐ O papel é um alimento para o Homem.
- 1.9 ☐ As plantas realizam fotossíntese durante o dia.
 ☐ A equação geral da fotossíntese é: gás carbônico + água → glicose + oxigênio.
 ☐ À noite as plantas convertem glicose a gás carbônico e água.
- 1.10 ☐ Animais têm DNA.
 ☐ Somente as plantas têm DNA.
 ☐ Animais são plantas.
2. Utilizando-se de um conjunto de hipóteses, um cientista faz uma previsão sobre a ocorrência de um certo eclipse solar. Todavia, sua previsão mostra-se falsa. O cientista deve logicamente concluir que:
- a) Todas as hipóteses desse conjunto são falsas.
b) A maioria das hipóteses desse conjunto é falsa.
c) Pelo menos uma hipótese desse conjunto é falsa.
d) Pelo menos uma hipótese desse conjunto é verdadeira.
e) A maioria das hipóteses desse conjunto é verdadeira.

3. Analise os casos a seguir e verifique se a conclusão é possível para cada um:

Caso 1: É eficaz o uso do feromônio X em plantações de cana de açúcar contra a praga Y?

1. Materiais e Métodos

Têm-se dados quanto à taxa de liberação do feromônio mais eficaz na captura da praga em pequena escala. De posse desses resultados, instalou-se um experimento no campo para se observar os índices de captura de adultos de Y. Seis armadilhas, com diferentes taxas de liberação diária, foram instaladas em seis propriedades situadas ao longo do litoral norte do Estado de Alagoas. As armadilhas foram enterradas no solo para facilitar o manuseio e diminuir a possibilidade de serem danificadas. A distância média entre as armadilhas foi de 5 Km. As armadilhas foram inspecionadas a cada 15 dias, contando-se o número de insetos machos e fêmeas capturados. Cada armadilha continha os seguintes tratamentos:

- 1) 3 pedaços de cana-de-açúcar
- 2) 3 pedaços de cana-de-açúcar + 1 cápsula com X (4,3 mg/dia)
- 3) 3 pedaços de cana-de-açúcar + 2 cápsula com X (8,6 mg/dia)
- 4) 3 pedaços de cana-de-açúcar + 4 cápsula com X (17,2 mg/dia)
- 5) 3 pedaços de cana-de-açúcar + 8 cápsula com X (34,4 mg/dia)
- 6) 3 pedaços de cana-de-açúcar + 16 cápsula com X (68,8 mg/dia)

Após cada inspeção, os pedaços de cana-de-açúcar eram substituídos e as armadilhas trocadas de local, para se observar o efeito do local e época na captura dos besouros. Esse experimento foi realizado no período de 26/01/98 a 27/03/98 (60 dias).

3. Resultados

[(abscissa) tratamentos x (ordenada) média de adultos capturados]

3. Conclusão

Através dos dados obtidos, foi possível concluir que não houve efeito significativo do local e da época na captura do Y. A armadilha mais eficiente foi a de número 2, uma vez que os índices de captura obtidos nela, associada ao atraente alimentar, não diferiram significativamente dos demais tratamentos. Os testes de campo demonstraram a eficiência e a qualidade do feromônio X além de estabelecer que apenas a utilização de uma cápsula de feromônio para uma área de 3 hectares é a opção mais eficiente e econômica para o controle do Y.

Caso 2: Qual o efeito do ácido ascórbico (vitamina C) ingerido pela dieta na absorção de ferro não-heme?

Obs: a absorção de ferro pelo organismo ocorre no intestino delgado (meio alcalino, presença de HCO_3^-) quando este se encontra no estado ferroso, Fe^{2+} , e complexado. Isso porque o Fe^{2+} livre é facilmente oxidado a Fe^{3+} , mas estável em meio ácido. Em meio alcalino pode ocorrer a formação de precipitados insolúveis de ferro, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ e $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Entretanto, o Fe^{3+} pode ser

convertido a Fe^{2+} na presença de vitamina C, por exemplo. E esta vitamina, além do seu poder redutor, pode formar um complexo com o Fe^{2+} , que é solúvel em meio alcalino. No organismo, o ferro “livre” fica ligado a uma proteína chamada ferritina.

1. Materiais e Métodos

-Espaço amostral: 10 mulheres e 2 homens, com idade média de 25 anos. Todos participantes estão em boas condições de saúde, não têm histórico de problemas na absorção de ferro e não estão fazendo uso de suplementação de ferro.

-Dosagem de ferro (radioativo) feita indiretamente a partir da dosagem de ferritina no sangue, com exame de sangue diário.

-Todos ingeriram, diariamente, uma mesma quantidade de ferro radioativo acrescentado a fatias de pães (fornecido pelos pesquisadores), e vitamina C a partir de suas dietas individuais. A ingestão destas fatias ocorreu três vezes ao dia e os participantes foram instruídos a ingerir quantidades diferentes de vitamina C em cada um destes períodos, de modo que houvesse uma gradação na ingestão, ou seja, grande (GC), baixa (BC), e à vontade (VC).

-Todos participantes anotaram tudo o que ingeriram durante o período de estudo, pois a partir destas anotações foram calculadas as quantidades de vitamina C ingerida.

-Inicialmente, houve uma palestra sobre composição química dos alimentos e esclarecimento na escolha de alimentos para conseguir a quantidade de vitamina C desejada;

-Duração da fase experimental: 20 dias.

2. Resultados

Participante	Idade	média da % de ferro absorvido da dieta		
		VC	BC	GC
A	22	1,18	3,18	3,95
B	24	1,86	1,62	1,77
C	22	24,17	9,18	17,15
D	29	2,16	8,78	3,16
E	27	2,42	4,35	3,36
F	21	5,20	4,01	7,21
G	22	2,70	12,72	23,07
H	23	6,86	6,15	9,21
I	38	15,21	4,12	3,63
J	27	1,52	4,22	14,11
K	20	6,62	12,00	16,65
L	23	20,41	9,70	25,91

3. Conclusão

Embora haja diferença significativa entre as porcentagens de ferro absorvido pela dieta nos participantes, ficou evidente a participação da vitamina C neste processo, ou seja, quanto maior foi a ingestão de vitamina C, maior a absorção de ferro pelo organismo. Com isso, é de fundamental relevância a conscientização da população para estes resultados, por exemplo, na prevenção familiar, e também nas políticas públicas, da anemia.

Aula 6: Dedução e Indução

Em ciência, como no senso comum, existe uma estreita relação entre *ver com clareza* e *dizer com clareza*. Quem não diz com clareza não está vendo com clareza. Dizer com clareza é a marca do entendimento, da compreensão. Enunciar com clareza o problema é indicar, antes de tudo, de que partes ele se compõe. É a este procedimento que se dá o nome de *análise*. (Rubem Alves)

Os argumentos¹⁶ podem ser separados em duas classes: dedutivos e indutivos

Argumentos Dedutivos: converge o conteúdo das premissas.

Exemplo: Todo mamífero tem um coração.
 Todos os cavalos são mamíferos.
 ⇒ Todos os cavalos têm um coração.

De outro modo,

I. Se todas as premissas são verdadeiras, a conclusão *deve* ser verdadeira.

II. Toda informação ou conteúdo factual da conclusão já estava, pelo menos implicitamente, nas premissas.

Argumentos Indutivos: destina-se a ampliar o alcance de nossos conhecimentos. Quando concluímos sobre o futuro a partir do passado, estamos fazendo um raciocínio indutivo: do conhecido ao desconhecido, do visível ao invisível.

Exemplo: Os agentes infecciosos reconhecidos são vírus, bactérias, fungos, protozoários ou vermes.
 ⇒ Todos os agentes infecciosos têm ácidos nucléicos.

De outro modo,

I. Se todas as premissas são verdadeiras, a conclusão *é provavelmente* verdadeira, mas não necessariamente verdadeira.

II. A conclusão ultrapassa as informações contidas nas premissas.

Exercícios

1. As conclusões dos casos 1 e 2 (p.38-39) foram deduzidas ou induzidas?
2. Listar as vantagens e desvantagens de uma conclusão induzida. Fazer o mesmo para uma conclusão deduzida.
3. O desenvolvimento do conhecimento científico é feito por dedução ou por indução?
4. As leis científicas devem fornecer certezas?
5. Você concorda com a utilização da *Lógica* na ciência?
6. Assinale a alternativa em que se chega a uma conclusão por um processo de dedução:
 - a) Vejo um cisne branco, outro cisne branco, outro cisne branco... então todos os cisnes são brancos.
 - b) Vi um cisne, então ele é branco.
 - c) Vi dois cisnes brancos, então outros cisnes devem ser brancos.

¹⁶ Adaptado de: W.C. Salmon (1981) *Lógica*, Zahar, 5ª ed, Rio de Janeiro, p. 29-33.

- d) Todos os cisnes são brancos, então este cisne é branco.
- e) Todos os cisnes são brancos, então este cisne pode ser branco.

7. A partir dos casos apresentados a seguir, elabore duas conclusões, uma deduzida e outra induzida, para cada um deles:

Caso1: Tomar café antes de andar de bicicleta (intensidade de exercício moderado) reduz a possibilidade de dor muscular nas pernas?

1. Materiais e Métodos:

Participaram deste estudo 12 homens universitários, voluntários, com peso corpóreo ideal, não fumantes, que não ingerem nenhum tipo de medicamento antidepressivo ou analgésico, mas ingerem baixa quantidade de cafeína diariamente (até 100mg/dia) e não apresentam hipersensibilidade a ela. Foram excluídos os fumantes para se evitar indivíduos com problemas derivados do cigarro e também com peso corpóreo ideal para evitar obesos. Mulheres não foram selecionadas devido à variação hormonal existente durante o período menstrual e a utilização de anticoncepcionais.

Characteristics of the 12 male volunteers

Characteristics	Mean $\pm$ SD
Age (y)	22.2 $\pm$ 2.7
Height (cm)	174.8 $\pm$ 14.1
Mass (kg)	75.7 $\pm$ 5.3
Daily caffeine consumption (mg·d ⁻¹)	35.5 $\pm$ 28.6
Peak power output (W)	327 $\pm$ 38
$\dot{V}O_{2peak}$ (ml kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	52.2 $\pm$ 10.1
$\dot{V}O_{2peak}$ (l·min ⁻¹)	4.0 $\pm$ 0.5
HR _{peak} (beats·min ⁻¹)	187.8 $\pm$ 7.1
RER _{peak}	1.2 $\pm$ 0.1
RPE _{peak}	19.3 $\pm$ 0.6
Peak pain-intensity	8.7 $\pm$ 4.0

SD, standard deviation; $\dot{V}O_{2peak}$, peak oxygen consumption; HR_{peak}, peak heart rate; RER_{peak}, peak respiratory exchange ratio; RPE_{peak}, peak rating of perceived exertion.

Inicialmente, os participantes realizaram alguns testes na bicicleta ergométrica para determinar o consumo de oxigênio e os batimentos cardíacos, receberam informações quanto a quantificação da dor muscular e familiarizaram-se com os aparelhos. A pressão arterial foi medida no braço direito com auscultatório manual. A intensidade de dor muscular foi quantificada com base na escala: 0 = sem dor; 0,5 = dor muito pequena; 1 = dor fraca; 2 = dor suave; 3 = dor moderada; 4 = quase uma dor forte; 5 = dor intensa; 7 = dor muito intensa; 10 = dor extremamente intensa.

A taxa de trabalho inicial foi de 50W, e aumentou numa taxa de 24W/min até o participante atingir sua fadiga. Mediu-se, a cada 20s, o consumo de oxigênio, produção de gás carbônico e troca respiratória. Os batimentos cardíacos foram analisados continuamente usando um display.

Deste modo, os participantes tiveram um dia de testes preliminares e 3 dias de testes experimentais. Os três dias de testes experimentais foram separados de uma semana e realizados pela manhã, 07h30min. Antes dos testes experimentais, os participantes foram instruídos a não consumirem cafeína por uma semana, não ingerir álcool nas últimas 24h, fazer jejum e não fazer exercícios, ambos 12h antes das provas.

Os participantes ingeriram cápsulas de gelatina contendo ou cafeína (5 ou 10 mg/kg de peso corpóreo) ou placebo, com 500 ml de água, uma hora antes dos testes, tempo necessário para se atingir o pico de cafeína na corrente sanguínea. A dose de 10mg de cafeína/kg de peso corpóreo é equivalente ao consumo de aproximadamente 8 xícaras de café ao mesmo tempo.

2. Resultados

Fig. 1. Resting heart rate and systolic and diastolic blood pressure values recorded before and 1 h after ingestion of capsules containing caffeine or placebo. Values are mean $\pm$ SE.

Fig. 2. Work rate values recorded during 30 min of moderate-intensity cycling exercise (60% $\dot{V}O_{2\max}$). Values are mean $\pm$ SE.

Fig. 3. Heart rate and blood pressure values recorded during 30-min of moderate intensity cycling exercise. Values are mean $\pm$ SE.

Fig. 4. Leg muscle pain-intensity values recorded during 30 min of moderate-intensity cycling exercise (60% $\dot{V}O_{2\max}$). Values are mean $\pm$ SE.

Caso2: Qual é o metabolismo energético no músculo esquelético durante exercício físico prolongado e fatigado?

1. Materiais e Métodos:

Participaram deste estudo seis pessoas voluntárias e saudáveis (20,7±2,4 anos, 62,7±8,0 kg, $V_{O_{2, \text{pico}}} = 2,49 \pm 0,5$ l/min), mas não praticantes regulares de algum esporte. Estas se exercitaram em uma bicicleta ergométrica até voluntária exaustão. Foram obtidas amostras musculares, biópsias (2 em cada perna), em diversos tempos, sendo: tempo zero, em descanso, (R), após 10min de treino (10), 40 min antes da fadiga (F-40) e na fadiga (F). Estas amostras foram congeladas em nitrogênio líquido para posterior análise metabólica. Antes das biópsias, foram determinadas as performances (valores sanguíneos de lactato, tempo de fadiga (F-40) e o pico de V_{O_2}) de cada um dos participantes através de um teste na bicicleta ergométrica e também a familiarização dos participantes com os aparelhos. Os participantes foram instruídos a não ingerir álcool nem cafeína, não fumar, consumir suas dietas normais e não fazerem exercícios fortes nas 24h precedentes ao teste.

Fadiga foi definida como a incapacidade de completar uma volta com o pedal da bicicleta. Todos participantes receberam fortes encorajamentos verbais para continuar a pedalar.

2. Resultados:

Fig. 3. Muscle glycogen at R, 10, F-40, and F during cycling exercise at $93 \pm 8\%$ of lactate threshold. Values are means $\pm$ SE; $n = 6$ subjects. * Different ($P < 0.05$) from R. # Different ($P < 0.05$) from 10.

Fig. 1. Muscle (A) and plasma (B) lactate concentration at rest and throughout cycling exercise to fatigue, at $93 \pm 8\%$ of lactate threshold. Muscle lactate measurements were taken at rest (R), 10 min of exercise (10), 40 min before fatigue (F-40) and fatigue (F). Plasma lactate measurements were taken at rest (0 min) and every 20 min throughout exercise. Values are means $\pm$ SE; $n = 6$ subjects * Different ($P < 0.05$) from rest.

Fig. 2. Plasma free fatty acids (FFA; A), plasma glucose (B), and respiratory exchange ratio (RER; C) throughout cycling exercise to fatigue, at $93 \pm 8\%$ of lactate threshold. Values are means $\pm$ SE; $n = 6$ subjects. * Different ($P < 0.05$) from R. # Different ($P < 0.05$) from 80 min.

Exercício extraclasse - Atividade II: Desenvolvendo Discussão e Conclusão.

Nesta atividade, você irá receber via e-mail um segundo artigo reestruturado, do qual título, resumo, autores, discussão e conclusão foram retirados. Com os dados do trabalho, você deverá dar um título, redigir uma nova discussão e conclusão para o trabalho.

Aula 7: Referagem

Os fatos, em si mesmos, não oferecem sua própria iluminação. O problema científico central, portanto, é claramente o da interpretação (Prescott Lecky).

Exercício

1. Este exercício visa simular a análise de um artigo para futura publicação em uma revista científica. Após recebê-lo e lê-lo, utilize o guia para a Atividade III. Com relação à formatação do trabalho, consulte as Normas de Publicação (p. 47). Seu parecer, favorável ou não à publicação deste artigo, deve discriminar os pontos positivos e negativos justificados. Esta atividade deve ser entregue no término da aula.

Exercício extraclasse - Atividade III: Análise de um artigo para publicação

Nesta atividade você fará o papel de *revisor* (mencionado no primeiro parágrafo das Normas de Publicação, p. 47). Você receberá um artigo, supostamente remetido para publicação em uma revista científica, e fará um julgamento, conforme as seguintes alternativas:

- a. considerar o artigo apropriado para publicação;
 - b. considerar o artigo aceitável para publicação, desde que seja modificado segundo suas instruções;
 - c. recusar a publicação do artigo.
- [ver Modelo para Assessores a seguir]

Em qualquer das alternativas deverá ser escrito um parecer justificando sua decisão, e indicando pontos positivos e o que deverá ser modificado no artigo ou nos experimentos relatados para torná-lo aceitável pela revista científica. Alguns dos itens que podem ser considerados para orientar o parecer:

1. A amostra é de tamanho adequado? Há grupo controle? Há tratamento estatístico dos dados apresentados? Os experimentos foram bem padronizados? Em resumo: os experimentos foram realizados segundo as normas do método científico?
2. As conclusões são derivadas dos resultados obtidos com os experimentos relatados?
3. Outras afirmações não derivadas dos experimentos são baseadas em referências de artigos científicos?
4. O resumo está apropriado? O título descreve o conteúdo do artigo?
5. As palavras-chave foram bem selecionadas?
6. As referências bibliográficas são atuais?
7. O tema pesquisado é relevante do ponto de vista social ou acadêmico?
8. O artigo traz informações novas ou repete o que já se conhece?

Além desses, podem (e devem) ser usados outros critérios, dependendo do tipo de artigo.

Modelo para assessores

Como modelo, segue-se o formulário (adaptado) que a Química Nova utiliza para orientar o parecer dos assessores:

QUÍMICA NOVA

Revista da Sociedade Brasileira de Química

Data: ____/____/07

Assessor nº 1

1ª avaliação

Artigo: " "

Autor:

Nº do artigo:

Por favor, responda as seguintes perguntas com Sim/Não, quando pertinentes:

1. O manuscrito está bem redigido, organizado e apresentado? () Sim () Não
2. O material contém dados inéditos suficientes para justificar a publicação?
() Sim () Não
3. No caso de se tratar de Revisão ou Divulgação o manuscrito é uma contribuição nova e original? () Sim () Não
4. As conclusões são justificadas pelos resultados apresentados? () Sim () Não
5. A bibliografia é adequada e atual? () Sim () Não
6. Todas as figuras e tabelas são necessárias? () Sim () Não
7. A qualidade das figuras é adequada para publicação? () Sim () Não
8. O manuscrito contém algum material que possa ser omitido sem perda de qualidade?
Em caso afirmativo, indique nos comentários qual(is) deve(m) ser omitido(s)
9. Por favor, escreva outros comentários ou sugestões específicas que considere necessários.

CONCLUSÃO:

- ☐ Aceito
- ☐ Aceito desde que atenda as modificações sugeridas acima
- ☐ Aceito desde que se enquadre nas normas da Revista
- ☐ Recusado

OBSERVAÇÃO: O parecer do assessor é estritamente confidencial.

Anexo – Módulo 1: Normas de Publicação

A **Revista de Nutrição/Brazilian Journal of Nutrition** é um periódico especializado, aberto a contribuições da comunidade científica nacional e internacional e distribuído a leitores do Brasil e de vários outros países. Os trabalhos submetidos são arbitrados por pelo menos dois revisores pertencentes ao quadro de colaboradores da Revista, em procedimento sigiloso quanto à identidade tanto do(s) autor(es) quanto dos revisores. Os autores são responsáveis pelas informações contidas nos trabalhos, bem como pela devida permissão ao uso de figuras ou tabelas publicadas em outras fontes.

A **Revista de Nutrição/Brazilian Journal of Nutrition** publica trabalhos inéditos que contribuam para o estudo e o desenvolvimento da ciência da nutrição, nas seguintes categorias:

I. Original: contribuições destinadas a divulgar resultados de pesquisa inédita que possam ser reproduzidos.

II. Revisão: síntese crítica de conhecimentos disponíveis sobre determinado tema, mediante análise e interpretação de bibliografia pertinente. Serão publicados apenas 2 trabalhos/fascículo.

III. Nota Científica: dados inéditos parciais de uma pesquisa em andamento.

IV. Ensaio: trabalhos que possam trazer uma reflexão e discutir determinado assunto que gere questionamentos e hipóteses para futuras pesquisas.

V. Resenhas (apenas sob convite).

Forma dos manuscritos

1. Página de título. Deve conter o título, nome de todos os autores por extenso, indicando a filiação institucional de cada um, e o autor para o qual a correspondência deve ser enviada, com endereço completo. Destacar no mínimo três e no máximo seis termos de indexação, utilizando os descritores em Ciência da Saúde - DeCS - da Bireme. Preparar um short-title com até 40 toques (incluindo espaços), ambos em português (ou espanhol) e inglês.

2. Resumo. Todos os artigos submetidos em português ou espanhol deverão ter resumo no idioma original e em inglês, com um mínimo de 150 palavras e no máximo de 250 palavras. Os artigos submetidos em inglês deverão vir acompanhados de resumo em português, além do abstract em inglês. Para os artigos originais, os resumos devem ser estruturados destacando objetivos, métodos básicos adotados informando local, população e amostragem da pesquisa, resultados e conclusões mais relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicar formas de continuidade do estudo. Para as demais categorias, o formato dos resumos deve ser o narrativo, mas com as mesmas informações. Não deve conter citações e abreviaturas.

3. Texto. Com exceção dos manuscritos apresentados como Revisão, Nota Científica, Ensaio ou Resenha, os trabalhos deverão seguir a estrutura formal para trabalhos científicos:

3.1 Introdução: deve conter revisão da literatura atualizada e pertinente ao tema, adequada à apresentação do problema e que destaque sua relevância, não deve ser extensa, a não ser em manuscritos submetidos como Artigo de Revisão.

3.2 Metodologia: deve conter descrição clara e sucinta, acompanhada da correspondente citação bibliográfica, dos seguintes itens:

- procedimentos adotados;
- universo e amostra;
- instrumentos de medida e, se aplicável, método de validação;
- tratamento estatístico.

3.3 Resultados: sempre que possível, os resultados devem ser apresentados em tabelas ou figuras, elaboradas de forma a serem auto-explicativas e com análise estatística. Evitar repetir dados no texto. Tabelas, quadros e figuras devem ser limitadas a 5 no conjunto e numerados consecutiva e independentemente, com algarismos arábicos de acordo com a ordem de menção dos dados, e devem vir em folhas individuais e separadas, com indicação de sua localização no texto (NBR 12256/1992). A cada um deve-se atribuir um título breve. Os Quadros terão as bordas laterais abertas. O autor responsabiliza-se pela qualidade das Figuras (desenhos, ilustrações e gráficos) que devem permitir redução sem perda de definição, para os tamanhos de uma ou duas colunas (7 e 15 cm, respectivamente). Sugere-se nanquim ou impressão de alta qualidade.

3.4 Discussão: Deve explorar adequada e objetivamente os resultados, discutidos à luz de outras observações já registradas na literatura.

3.5 Conclusão: apresentar as conclusões relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicar formas de continuidade do estudo. Se incluídas na seção Discussão, não devem ser repetidas. Agradecimentos: podem ser registrados agradecimentos, em parágrafo não superior a três linhas, dirigidos a instituições ou indivíduos que prestaram efetiva colaboração para o trabalho.

3.6 Referências: devem ser numeradas consecutivamente na ordem em que foram mencionadas a primeira vez no texto, baseadas no estilo Vancouver. Os artigos devem ter em torno de 30 referências, exceto no caso de artigos de revisão que podem apresentar em torno de 50. A ordem de citação no texto obedecerá esta numeração. Nas referências bibliográficas com 2 até o limite de 6 autores, citam-se todos os autores; acima de 6 autores, cita-se o primeiro autor seguido de et al. As abreviaturas dos títulos dos periódicos citados deverão estar de acordo com o *Index Medicus*.

Módulo 2:

Projetos de pesquisa

Feita a aproximação aos trabalhos científicos, objetiva-se neste módulo a elaboração de um projeto de pesquisa, em nível de iniciação científica, abordando um problema de interesse dos alunos, sua apresentação oral e a escrita de um artigo científico.

Aula 8: Escolha do problema/tema a ser investigado

Cento e cinquenta anos de ciência resultam mais explosivos do que cinco mil anos de cultura pré-científica. Seria absurdo supor que o poder explosivo da ciência esteja esgotado, ou que já tenha alcançado seu máximo (trecho do livro *A perspectiva científica*, Bertrand Russell, 1977).

Exercício

1. O grupo deverá formular um problema **de relevância social ou acadêmica (ou ambos)**, que possa ser resolvido experimentalmente. O grupo deverá entregar por escrito as respostas das questões seguintes:

- 1) Quais foram os critérios de escolha do tema?
- 2) Que público será beneficiado com esse trabalho?
- 3) Para quê esse trabalho poderá ser utilizado?

*Obs: o grupo que tiver interesse em trabalhar com animais deverá ler, obrigatoriamente, o texto a seguir (Utilização de Animais em Projetos de Pesquisa).

Utilização de Animais em Projetos de Pesquisa¹⁷

Com base nos princípios e normas internacionalmente aceitas para a utilização de animais em projetos de pesquisa, dispõe que:

- a) a utilização de animais em pesquisas científicas deve ocorrer somente após ser provada a sua relevância para o avanço do conhecimento científico, considerando-se a impossibilidade de utilização de métodos alternativos como: modelos matemáticos; simulações computadorizadas; sistemas biológicos "in vitro" ou outro método adequado;
- b) a espécie utilizada e o cálculo do tamanho da amostra devem ser adequados para a obtenção de resultados válidos;
- c) deve ser oferecido alojamento, transporte, alimentação e cuidados adequados à espécie através de assistência qualificada;
- d) procedimentos que possam causar dor ou angústia devem ser desenvolvidos com sedação, analgesia ou anestesia, salvo quando forem os mesmos o objetivo da pesquisa. Devem ser, igualmente, observados cuidados com assepsia e prevenção de infecções, assim como cuidados para minimizar o desconforto e estresse dos animais em estudo;

¹⁷ Goldim, J.R., Bioética, disponível em <http://www.bioetica.ufrgs.br/res497hc.htm> (18/12/07)

- e) necessitando de imobilização física e/ou de privação alimentar ou hídrica, os pesquisadores devem procurar manter estas condições pelo menor período de tempo possível, evitando prolongar a angústia, desconforto e dor;
- f) quando for necessário ao estudo, ou após o mesmo, se indicado, que os animais devam ser sacrificados, este procedimento deve ser realizado de forma rápida indolor e irreversível;
- g) as técnicas aceitas para o sacrifício de animais são as seguintes: hipóxia por barbitúricos, anestésicos inalatórios, dióxido de carbono e monóxido de carbono (engarrafado), metanosulfonato de tricaína, benzocaína e irradiação por microondas;
- h) as técnicas aceitas, de forma condicional, são as seguintes: hipóxia por deslocamento cervical, por nitrogênio ou argônio, decapitação, concussão cerebral e dano medular;
- i) não serão aceitas, salvo exceções extremamente justificadas, as seguintes técnicas de sacrifício de animais: sangramento, descompressão, congelamento rápido, embolia gasosa, afogamento, atordoamento, uso isolado de estricnina, nicotina, sulfato de magnésio, cloreto de potássio, agentes curariformes, clorofórmio e cianeto.

Curiosidade:

Um importante episódio para o estabelecimento de limites à utilização de animais em experimentação e ensino foi o que envolveu a esposa e a filha de Claude Bernard. O grande fisiologista utilizou, ao redor de 1860, o cachorro de estimação da sua filha para dar aula aos seus alunos. Em resposta a este ato, a sua esposa fundou a primeira associação para a defesa dos animais de laboratório. Claude Bernard que deixou inúmeros textos, de excelente qualidade, sobre a ética para com os pacientes; dizia que faz parte da postura do cientista ser indiferente ao sofrimento dos animais de laboratório.

Claude Bernard, em seu livro *An Introduction to the Study of Experimental Medicine*, publicado em 1865, justificava a utilização de animais em pesquisas, alegando que:

Nós temos o direito de fazer experimentos animais e vivissecção? Eu penso que temos este direito, total e absolutamente. Seria estranho se reconhecêssemos o direito de usar os animais para serviços caseiros, para comida e proibir o seu uso para a instrução em uma das ciências mais úteis para a humanidade. Nenhuma hesitação é possível; a ciência da vida pode ser estabelecida somente através de experimentos, e nós podemos salvar seres vivos da morte somente após sacrificar outros. Experimentos devem ser feitos tanto no homem quanto nos animais. Penso que os médicos já fazem muitos experimentos perigosos no homem, antes de estudá-los cuidadosamente nos animais. Eu não admito que seja moral testar remédios mais ou menos perigosos ou ativos em pacientes em hospitais, sem primeiro experimentá-los em cães; eu provarei, a seguir, que os resultados obtidos em animais podem ser todos conclusivos para o homem quando nós sabemos como experimentar adequadamente.

Aula 9: Evolução da Ciência

Como busca da verdade, a ciência se equipara à arte, não lhe é superior. Mas, como técnica, a ciência, ainda que possa ter pequeno valor intrínseco, tem uma importância prática a que a arte não pode aspirar (trecho do livro *A perspectiva científica*, Bertrand Russell, 1977).

Nesta aula, o Prof. Dr. Francisco Gorgônio da Nóbrega dará uma palestra sobre aspectos históricos com relação à Evolução da Ciência.

Aula 10: Revisão bibliográfica (Sala Multimídia – Sala 0168)

"Há homens que perdem a saúde para juntar dinheiro e depois perdem o dinheiro para recuperar a saúde. Por pensarem ansiosamente no futuro, esquecem o presente, de tal forma que acabam por nem viver no presente nem no futuro. Vivem como se nunca fossem morrer e morrem como se nunca tivessem vivido..." (Confúcio).

Antes de realizar experimentos vinculados a um problema a ser investigado, é importante verificar se o mesmo já está respondido. Para isso, é feita uma pesquisa sobre esse assunto na literatura. Este processo de pesquisa é chamado *revisão bibliográfica*.

O objetivo desta aula é oferecer subsídios necessários à realização de uma revisão bibliográfica. Para tanto, será usada a seguinte pergunta, para a qual se pretende obter uma resposta por meio de procedimentos experimentais:

A ingestão de suco de berinjela crua pela manhã reduz os níveis de colesterol plasmático em homens idosos hipercolesterolêmicos?

ESTA PERGUNTA JÁ TEM RESPOSTA NA LITERATURA CIENTÍFICA?

Para saber, siga os procedimentos a seguir.

1.1 - Acesse o site Google (www.google.com.br);

- 1.1.1. Escreva a palavra-chave *berinjela* (relativa à pergunta de interesse);
- 1.1.2. Observe quantos links aparecem;
- 1.1.3. Analise os links seguintes e verifique se algum deles poderia ser utilizado na escrita de um projeto de pesquisa científica:
 - Berinjela para saúde e colesterol* (copacabanarunners).
 - O efeito protetor da berinjela* (azeite.com.br).
 - Berinjela – Wikipedia*.
- 1.1.4. Escreva *colesterol* ao lado da palavra berinjela e faça nova busca.
- 1.1.5. Observe quantos links aparecem;
- 1.1.6. Analise os links seguintes e verifique se algum deles poderia ser utilizado na escrita de um projeto de pesquisa científica:
 - Manual Farma – Farmácia de Manipulação*.
 - Ação da berinjela contra o colesterol*.

1.2. - Acesse o site Google Acadêmico (<http://scholar.google.com.br/>);

- 1.2.1. Escreva a palavra-chave *berinjela* (relativa à pergunta de interesse);
- 1.2.2. Observe quantos links aparecem;
- 1.2.3. Analise os links seguintes e verifique se algum deles poderia ser utilizado na escrita de um projeto de pesquisa científica:
 - Efeito da Berinjela sobre os Lípides Plasmáticos, a Peroxidação Lipídica e...*
 - Adução verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico*.
- 1.2.4. Escreva *colesterol* ao lado da palavra berinjela e faça nova busca.

- 1.2.5. Observe quantos links aparecem;
- 1.2.6. Analise o link a seguir e verifique se ele poderia ser utilizado na escrita de um projeto de pesquisa científica:

O Suco de Berinjela (Solanum melongena) não Modifica os Níveis Séricos de Lípides. Efeito hipoglicêmico de rações à base de berinjela (Solanum melongena, L.) em ratos.

1.3. Há diferença no número de trabalhos que pudessem ser usados na escrita de um projeto de pesquisa encontrados nestas duas buscas?

1.4 Acesse o site PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi>) (inglês);

- 1.4.1. Escreva a palavra-chave *egg plant* (berinjela);
- 1.4.2. Observe quantos links aparecem;
- 1.4.3. Analise o link "*Developments in biotechnological production of sweet proteins*". Este trabalho poderia ser utilizado na escrita de um projeto de pesquisa científica?
- 1.4.4. Os links que apareceram estão vinculados ao problema envolvendo berinjela e colesterol?
- 1.4.5. Escreva a palavra-chave "*egg plant*";
- 1.4.6. Observe quantos links aparecem;
- 1.4.7. Analise o link "*Effects of simulated acid rain on physiological and biochemical characters of eggplant...*". Este trabalho poderia ser utilizado na escrita de um projeto de pesquisa científica?
- 1.4.8. Acrescente *cholesterol* (colesterol em inglês) como segunda palavra-chave.
- 1.4.9. Observe quantos links aparecem.
- 1.4.10. Escreva a palavra-chave "*eggplant*";
- 1.4.11. Observe quantos links aparecem.
- 1.4.12. Que alteração da palavra-chave poderia levar a uma pesquisa mais específica?

1.5 - Suponha que, a partir do computador que você esteja usando, não seja possível acessar o trabalho "*Developments in biotechnological production of sweet proteins*" (item 1.4.3.);

- 1.5.1. - Anote os dados da publicação (nome da revista, volume e ano, título do trabalho e autores);
- 1.5.2. Verifique se a USP tem esta assinatura na versão impressa em uma de suas bibliotecas, acessando o site da Biblioteca do Conjunto das Químicas.
- 1.5.3. Acesse o site da Biblioteca do Conjunto das Químicas. (www.bcq.usp.br);
 Clique em *Catálogos e Bases de Dados*;
 Clique em DEDALUS – Catálogo on line Global;
 Dentre as opções oferecidas, clique em *Índice*;
 Em *Selecionar Índice* escolha a opção *Título*;
 Em *Selecionar Base* escolha a opção *Seriados*;
 Em *Inicia Índice* coloque o *título da revista*;
 Clique em *Busca*.

→ Aparecerá o total de registros relacionados aos termos escritos. Caso a USP tenha a revista na versão impressa, o nome da revista aparecerá. Em caso afirmativo, clique na *seta* que está ao lado do nome da revista. Em seguida, observe em *Coleção* as bibliotecas que têm a revista e seus respectivos volumes.

- 1.5.4. O trabalho "*Developments in biotechnological production of sweet proteins*", poderia ser obtido numa das bibliotecas da USP?

1.6 Acesse o Portal da CAPES (www.periodicos.capes.gov.br)

- 1.6.1. Na barra de rolagem superior, clique em *Textos Completos*;
- 1.6.2. Na *Lista dos periódicos por áreas do conhecimento* clique em *Medicina* e em *Selecione assunto* clique em *Cardiologia, Doenças Cardiovasculares*;
- 1.6.3. Clique em *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*;
Em *Pesquisa de Artigos* escreva *berinjela* e clique ok;
- 1.6.4. Observe quantos links aparecem;
- 1.6.5. Retorne à relação das revistas do Portal e escolha o *Jornal Vascular Brasileiro: Cirurgia Vascular, Endovascular e Angiologia* (Scielo).
- 1.6.6. Em *Pesquisa de Artigos*, clique em *Pesquisa*.
- 1.6.7. Escreva a palavra-chave *colesterol* no campo 1 e clique em *pesquisa (não clique enter!)*.
- 1.6.8. Analise o link "*Doença arterial obstrutiva periférica: que atenção temos dispensado à abordagem clínica dos pacientes?*". Este trabalho poderia ser utilizado na escrita de um projeto de pesquisa científica?

1.7 Busca por assunto em todos os periódicos ao mesmo tempo

No portal da CAPES não é possível fazer uma busca por assunto em todos os periódicos ao mesmo tempo. Esta tarefa pode ser realizada no site Web of Science.

- 1.7.1 Para acessar o site Web of Science, entre na página inicial do portal da CAPES e clique em ISI Web of Knowledge;
- 1.7.2. Em *Searchable Database Products*, clique em *Web of Science*;
- 1.7.3. Em *Select database(s) and timespan*: mantenha selecionado apenas *Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)--1945-present* e escolha o período em que a pesquisa será realizada: *from 2000 to 2007*;
- 1.7.4. Em *Quick search (enter a topic)*: escreva a palavra-chave em inglês: "*eggplant*";
- 1.7.5. Clique em *search*;
- 1.7.6. Observe quantos links aparecem.
- 1.7.7. Acrescente o segundo termo (*cholesterol*) a esta busca, escrevendo a nova palavra-chave em *Search within results*.
- 1.7.8. Clique em *search*;
- 1.7.9. Observe quantos links aparecem.
- 1.7.10. Clique em *General Search*, localizado no canto superior esquerdo (para realizar nova busca);
- 1.7.11. Em *Topic*, escreva o nome científico da berinjela: "*Solanum melongena*";
- 1.7.12. Repita o procedimento do item 1.7.3 e clique em *enter*;
- 1.7.13. Observe quantos links aparecem.

1.8 Fator de impacto

Fator de impacto: valor numérico referente à média entre o número de citações que os artigos receberam e o número de artigos publicados nos dois anos anteriores ao ano da avaliação do periódico.

Verifique o fator de impacto de uma revista, através dos dois procedimentos listados a seguir:

1.8.1. Web of Science

- 1.8.1.1. Acesse o site Web of Science;
- 1.8.1.2. Em *Analytical Tools*, clique em *Journal Citation Reports*;
- 1.8.1.3. Em *Select a JCR edition and year*, selecione *JCR Science Edition* e o ano de 2005;
- 1.8.1.4. Em *Select an option*, selecione *Search for a specific journal*;
- 1.8.1.5. Clique em *SUBMIT*;
- 1.8.1.6. Em 1) *Search by*, selecione *Full Journal Title* e em 2) *Type search term* clique em *view list of full journal titles*;
- 1.8.1.7. Nesta lista, (1) procure pelo periódico *Am J Physiol Endocrinol Metab*, (2) copie, ctrl+c, e cole, ctrl+v, o seu título completo no tópico 2 do item 1.8.2.6.;
- 1.8.1.8. Clique em *Search*

1.8.2. Lista de periódicos ordenados pelos seus respectivos fatores de impacto

- 1.8.2.1 Repita o procedimento do item 1.8.1.1. ao 1.8.1.3;
- 1.8.2.2. Em *Select na option*, marque *View a group of journals by* e selecione a opção *Subject Category*;
- 1.8.2.3. Clique em *SUBMIT*;
- 1.8.2.4. Em 1 (categorias), selecione a opção *Biochemistry & Molecular Biology*;
- 1.8.2.5. Em 2, marque *View Journal Data* e selecione *Impact Factor* em *sort by*;
- 1.8.2.6. Clique em *SUBMIT*.

1.8.3. Portal da CAPES

Retorne ao Portal da CAPES, e repita os procedimentos 1.6.1 e 1.6.2 (p. 52):

Clique no sinal (+), à esquerda do nome da revista *American Heart Journal* e observe o seu fator de impacto.

Clique no sinal (+), à esquerda do nome da revista *Japanese Heart Journal* e observe o seu fator de impacto.

Clique no sinal (+), à esquerda do nome da revista *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* e observe o seu fator de impacto.

- 1.8.4. Faça uma hipótese quanto à importância da utilização dos fatores de impacto.

1.9 Índice de citação

Índice de citação: é a quantidade de vezes que o artigo de uma revista científica é citado em outros artigos publicados em revistas científicas.

- 1.9.1. Acesse o site Web of Science (repita os procedimentos 1.7.1 e 1.7.2, p. 52);
- 1.9.2. Clique em *Cited Ref Search*;
- 1.9.3. Em *Select database(s) and timespan*: mantenha selecionado apenas *Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)--1945-present* e escolha o período em que a pesquisa será realizada: *from 2000 to 2007*;
- 1.9.4. Escreva o nome de um dos autores do trabalho "*Developments in biotechnological production of sweet proteins*" no campo *Cited Author* e clique em *enter*.
- 1.9.5. Verifique quantas vezes este trabalho já foi citado;
- 1.9.6. Faça uma hipótese quanto à importância da utilização dos índices de citação.
- 1.9.7. Para realizar uma nova pesquisa, clique em *Back to query* (canto superior esquerdo) e repita os procedimentos 1.9.3 e 1.9.4.

1.10 Indexação de periódicos¹⁸

1.10.1 Acesse o site <http://www.bvs-psi.org.br/ImacIndex.pdf>

- Quais são os critérios para indexação de um título no site da Web of Science?
- O que é uma revista indexada?

1.11 Depois da busca bibliográfica, e voltando ao exemplo inicial da p. 50, quanto ao tema da pesquisa

1.11.1. A pergunta relativa ao tema escolhido já foi respondida?

Comentário: Uma boa revisão bibliográfica permite conhecer o estado da arte de um determinado assunto. Estes conhecimentos serão necessários para escrever a Introdução de um projeto de pesquisa.

Exercício extraclasse - Atividade IV: Revisão bibliográfica:

Entregar os exercícios abaixo respondidos impressos e via e-mail.

- A pergunta relativa ao tema escolhido pelo grupo já foi respondida?
- Existem muitas referências a respeito do tema escolhido? Estas deverão ser listadas com o título do trabalho, seus respectivos autores e nome da revista.
- Quais são as questões mais relevantes que permanecem em aberto sobre o tema, mas passíveis de serem abordadas com o uso da tecnologia e do conhecimento disponíveis atualmente?
- Fazer uma breve análise do que já se sabe sobre o tema.
- Que tipo de trabalho seria melhor encontrar quando se deseja obter informações atuais sobre um determinado assunto?
- Acessado o site de busca, que escolha é importante para se fazer uma revisão eficaz?
- Há diferença entre os termos *Referências*, *Referências bibliográficas* e *Bibliografia*?

Aula 11: Materiais e Métodos

O primeiro homem que afirmou que o fogo queimava estava empregando o método científico, especialmente se tivesse chegado a essa conclusão depois de se ter queimado várias vezes (Bertrand Russell).

Exercício

- Uma vez estabelecido qual será o problema a ser investigado,
 - Estabelecer os objetivos do trabalho;
 - Para chegar a estes objetivos, criar um método;
 - Definir um cronograma.

Com o intuito de otimizar a elaboração da metodologia a ser empregada, abaixo seguem algumas orientações no modelo de metodologia:

Modelo de Metodologia

O grupo deverá detalhar os métodos que pretendem empregar subdivididos nos seguintes itens, quando pertinente:

¹⁸ Sampaio, MIC (2004) O processo de indexação de periódicos científicos: indexadores nacionais, internacionais e seus critérios, Disponível na URL: <http://www.bvs-psi.org.br/ImacIndex.pdf> (13/02/07)

1. Desenho do estudo
Deve-se descrever aqui as características do estudo: se é de observação ou de intervenção, prospectivo ou retrospectivo, com ou sem randomização e duplo cego (mascaramento).
2. Contexto
Local ou locais onde o estudo será realizado.
3. Definições
Todas as definições empregadas no estudo devem ser detalhadas.
4. Critérios de inclusão e exclusão
Critérios de inclusão são as características dos indivíduos que os definem como candidatos ao estudo. Uso de controle positivo.
5. Procedimentos
Descrição passo a passo do que será feito.
6. Variáveis e desfechos estudados
As variáveis e desfechos que serão utilizados para a análise dos resultados devem ser descritos e, se necessário, definidos.
7. Métodos estatísticos
Os alunos deverão determinar quais procedimentos estatísticos serão empregados após a coleta de dados.

Exercício extraclasse - Atividade V: Redigindo uma metodologia e preparando uma apresentação oral.

Entregar o exercício 1, iniciado nesta aula, impresso e via e-mail.

Além disso, os grupos deverão preparar uma apresentação oral dos projetos, para a próxima aula, de duração máxima de 10 minutos, para críticas, comentários e sugestões dos professores e colegas de sala. Durante as apresentações, as apreciações realizadas deverão ser anotadas para a correção e reformulação do projeto para a entrega da versão final do trabalho (Atividade VI). **A apresentação deverá conter: título do projeto, introdução, objetivos, justificativa, metodologia, cronograma e custos.** Todos integrantes do grupo deverão participar da apresentação. Haverá um data-show disponível.

Aula12: Apresentação oral dos projetos

Querida Juliet,

Agora que você já completou dez anos, quero lhe falar a respeito de algo que é muito importante para mim. Você já se perguntou alguma vez como é que sabemos as coisas que sabemos? Como sabemos, por exemplo, que as estrelas, que parecem minúsculos furinhos de alfinete no céu, são na verdade enormes bolas de fogo como o sol e se encontram muito muito distantes? E de que modo sabemos que a Terra é uma esfera de menor tamanho, girando ao redor de uma dessas estrelas, o Sol?

A resposta a essas perguntas se dá "pelas evidências". Às vezes, "evidência" significa simplesmente ver (ou ouvir, perceber pelo tato, pelo olfato...) que algo é verdadeiro. (trecho do livro de Richard Dawkins, O capelão do diabo – ensaios escolhidos, p. 427)

Nesta aula haverá a apresentação oral dos projetos, com duração máxima de dez minutos, para críticas, comentários e sugestões dos professores e colegas de sala. Durante as apresentações, as apreciações realizadas deverão ser anotadas para a correção e reformulação do projeto para a entrega da versão final do trabalho (Atividade VI).

Exercício extraclasse - Atividade VI: Escrevendo o projeto.

Escrever o projeto a respeito do tema escolhido e apresentado para a sala. O projeto deverá conter:

1. Título;
2. Nome dos autores (alunos participantes);
3. Nome das instituições envolvidas;
4. Resumo do projeto (máximo de 1 página, contendo introdução, objetivos e materiais e métodos);
5. Introdução (revisão bibliográfica) e justificativa;
6. Objetivos;
7. Materiais e métodos;
8. Etapas do estudo e cronograma;
9. Forma de análise dos resultados;
10. Orçamento;
11. Referências bibliográficas;
12. Quando pertinente, o consentimento informado pelo comitê de ética em pesquisa da instituição. Consultar: <http://www.icb.usp.br/etica/>

Aula13: Agências de Financiamento (Sala Multimídia – Sala 0168)

Mas agora que já falei das evidências, que são uma boa razão para acreditarmos em alguma coisa, quero alertá-la contra três razões indevidas para acreditar no que quer que seja. Elas são chamadas de "tradição", "autoridade", e "revelação". (trecho do livro de Richard Dawkins, O capelão do diabo – ensaios escolhidos, p. 429)

Existem quatro principais agências de fomento¹⁹:

1. Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento do Ensino Superior);
2. CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico);
3. FAPs (Fundações de Apoio à Pesquisa, ex: FAPESP);
4. Finep (Financiadora de Estudos e Projetos).

Obs: CNPq e Finep são duas agências de fomento vinculadas ao Ministério da Ciência e Tecnologia.

Exercício

1. Analise o *site* da FAPESP (www.fapesp.br) e o do CNPq (www.cnpq.br) e responda:

- 1) Qual o significado das siglas FAPESP e CNPq?
- 2) Quais são as formas de apoio existentes?
- 3) Quais são as modalidades de bolsas oferecidas?
- 4) A quem se destinam as bolsas? Existem requisitos?
- 5) Existem condições para a concessão da bolsa?
- 6) Como o projeto deve ser escrito?
- 7) Quais são os valores das bolsas de Iniciação Científica?
- 8) Qual a duração da bolsa de Iniciação Científica?
- 9) Quando a bolsa de Iniciação Científica pode ser solicitada?
- 10) Imagine que numa agência de fomento há possibilidade de financiamento para cinquenta projetos de pesquisa. No entanto, a mesma recebeu duzentos e cinquenta pedidos de financiamento. Que critérios você acha que seriam justos para a escolha de quem irá receber o financiamento?
- 11) Como obter recurso para financiar um estudo completo, ou seja, compra de materiais, equipamentos e bolsas?

¹⁹ Ministério das Relações Exteriores,
<http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/economia/ctec/fomento/index.htm> (acesso 10/02/06)

Leitura complementar: Modalidades no Ensino Superior²⁰

Pós Graduação

Lato Sensu

Os cursos têm duração mínima de 360 horas, não computando o tempo de estudo individual ou em grupo e sem assistência docente. É aquele destinado à elaboração de monografia ou trabalho de conclusão de curso. Direcionado ao treinamento nas partes de que se compõe um ramo profissional ou científico, o curso confere certificado a seus concluintes. Os cursos de pós-graduação lato sensu geralmente têm um formato semelhante ao dos cursos tradicionais, com aulas, seminários e conferências, ao lado de trabalhos de pesquisa sobre os temas concernentes ao curso. O critério de seleção para o ingresso no curso de pós-graduação lato sensu é definido de forma independente em cada instituição, sendo geralmente composta de uma avaliação e de uma entrevista, no qual a única exigência formal a ser cumprida pelo interessado se refere à posse de um diploma de nível superior. Cabe a SESU (Secretaria de Educação Superior) regulamentar estes cursos conhecidos como Especialização e Residência Médica.

Os cursos de pós-graduação lato sensu são voltados para o nível de especialização, mais direcionados à área profissional, de mercado, e com caráter de educação continuada. Nesta categoria estão os cursos de especialização, os cursos de aperfeiçoamento e os cursos designados como MBA (Master Business Administration) ou equivalentes, que podem ser oferecidos por instituições de ensino superior ou por instituições especialmente credenciadas para atuarem nesse nível educacional.

²⁰ Min. da Educação, <http://portal.mec.gov.br/sesu/index.php?option=content&task=view&id=598> (acesso 10/02/06).

Tais cursos têm finalidades muito variadas, que podem incluir desde o aprofundamento da formação da graduação em determinada área - como as especializações dos profissionais da área de saúde - ou temas mais gerais que proporcionam um diferencial na formação acadêmica e profissional.

Stricto Sensu

Os cursos de Stricto Sensu são direcionados para a continuidade da formação científica e acadêmica, como mestrado e doutorado, de alunos com nível superior. Cabe a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) avaliar separadamente cada curso. A avaliação é realizada a cada três anos, e as médias variam de 1 a 7. Para ser reconhecido, o curso deverá apresentar média maior que 3. O curso de mestrado tem a duração de dois anos, no qual o aluno desenvolve a dissertação e cursa as disciplinas coerentes a sua pesquisa. Os quatro anos de doutorado são referentes ao cumprimento das disciplinas e a elaboração da tese junto à orientação.

Cursos de Graduação

Cursos que preparam para uma carreira acadêmica ou profissional podendo estar ou não vinculado a conselhos específicos. São os mais tradicionais e conferem diploma com o grau de Bacharel ou título específico (ex.: Bacharel em Física), Licenciado (ex.: Licenciado em Letras), Tecnólogo (ex.: Tecnólogo em Hotelaria) ou título específico referente à profissão (ex.: Médico). O grau de Bacharel ou o título específico referente à profissão habilitam o portador a exercer uma profissão de nível superior; o de Licenciado habilita o portador para o magistério no ensino fundamental e médio.

É possível obter o diploma de Bacharel e o de Licenciado cumprindo os currículos específicos de cada uma destas modalidades. Além das disciplinas de conteúdo da área de formação, a licenciatura requer também disciplinas pedagógicas e 300 horas de prática de ensino. Os cursos de graduação podem oferecer uma ou mais habilitações.

As Diretrizes Curriculares dos Cursos de Graduação conferem legitimidade ao processo de definições quanto à definição dos currículos de cursos por meio da autonomia das IES (Instituições de Educação Superior).

Cursos Seqüenciais

Os cursos seqüenciais constituem uma modalidade do ensino superior, na qual o aluno, após ter concluído o ensino médio, pode ampliar seus conhecimentos ou sua qualificação profissional. Destinam-se à obtenção ou atualização de qualificações técnicas, profissionais ou acadêmicas. Definidos por "campo do saber", os cursos seqüenciais não se confundem com os cursos e programas tradicionais de graduação, pós-graduação, ou extensão. Devem ser entendidos como uma alternativa de formação superior, destinada a quem não deseja fazer ou não precisa de um curso de graduação plena.

O Curso seqüencial apenas confere um certificado ou um diploma que atesta conhecimento acadêmico em determinado campo do saber. Um curso dessa natureza tem geralmente um viés profissionalizante e deve ser oferecido como uma oportunidade diferenciada para a formação superior do indivíduo que desejar inserir-se mais rapidamente no mercado de trabalho. De acordo com a legislação em vigor, cabe aos órgãos de classe e conselhos profissionais, a regulamentação das profissões e a habilitação para o exercício profissional.

Aula 14: Análise dos resultados obtidos no projeto submetido

As mudanças mais fundamentais em qualquer ciência comumente resultam não tanto da invenção de novas técnicas de pesquisa, mas antes de novas maneiras de olhar para os dados, dados estes que podem ter existido por longo tempo. Aliás, é possível que elas nem se refiram a dados nem tenham sido ocasionadas por eles. As mudanças mais fundamentais são mudanças de teoria e de esquemas conceituais, especialmente as que incluem pressupostos inconscientes (Alvin Gouldner).

Instruções para esta aula:

Em sala, serão entregues resultados fictícios para cada um dos projetos (Atividade VI), os quais deverão ser analisados frente ao problema inicial. Com isso, ao término da atividade, espera-se chegar a um artigo científico sobre este trabalho.

Exercício

1. Com o projeto e os resultados em mãos, escrever a discussão e conclusão do trabalho. Entregar ao término da aula. (Obs: embora possa haver citações dentro da discussão, isso não é esperado nesta atividade).

Exercício extraclasse - Atividade VII: Escrevendo o artigo deste projeto.

Escrever o artigo relacionado ao projeto e entregar, impresso e via e-mail, segundo as normas de publicação de uma Revista para a qual o grupo pretenderia enviar o artigo (cada grupo deverá escolher a revista que mais se adapte ao seu estudo). Com isso, também deverá ser entregue, junto ao artigo, as normas de publicação da revista escolhida e o motivo desta escolha.

Entrega até: 27/06/07.

Referências:

- Abrahamsohn, P. (2004) Redação científica, Editora Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro.
- Alves, R. (2004) *Filosofia da Ciência - Introdução ao jogo e a suas regras*, Ed. Loyola, 8ª edição, S. Paulo.
- Beveridge, W.I.B. (1981) Sementes da Descoberta Científica, EDUSP, São Paulo.
- Chalmers, A. F. (1993) O que é ciência, afinal?, Ed. Brasiliense, São Paulo
- Corso, I. (2007) Gravidez de duplo risco, Maconha prejudica desenvolvimento neurológico de recém nascidos, disponível em <http://www.revistapesquisa.fapesp.br/?art=3196&bd=1&pg=1&lg=> (18/04/07)
- Costa, M.J.C., Terto, A.L.Q., Santos, L.M.P., Rivera, M.A.A., Moura, L.S.A. (2001) Efeito da suplementação com acerola nos níveis sanguíneos de vitamina c e de hemoglobina em crianças pré-escolares Rev. Nutr., 14, 1, p.13-20, jan/abr.
- Dawkins, P. (2005) O capelão do diabo – ensaios escolhidos/Richard Dawkins, Ed. Companhia das Letras, S. Paulo.
- Dixon, B. (1976) *Para que serve a Ciência?*, Companhia Editora Nacional : EDUSP, São Paulo.
- Feyerabend, P. (1979) Consolando o especialista, in Lakatos, I., Musgrave, A., A crítica e o desenvolvimento do conhecimento, EDUSP/Cultrix, São Paulo, p. 244-284.
- Feyerabend, P. (1977) Contra o método, Rio de Janeiro.
- Figueira, R.A., Souza, T.M., Langohr, I., Barros, C.S.L. (2002) Intoxicação experimental por cebola, *Allium cepa* (Liliaceae), em gatos, Pesq. Vet. Bras., 22, 2, p. 79-84.
- Gewandszajder, F. (1989) A divisão e a classificação das ciências, in O que é o método científico, p. 12 e p. 16, Livraria Pioneira Ed., São Paulo.
- Goldim, J. R., Bioética, <http://www.bioetica.ufrgs.br/res497hc.htm> (acesso 10.02.06).
- Hegenberg, L. (1974) *Explicações científica*, EDUSP, 2ª ed, São Paulo.
- Hodson, D. (1982) Existe um método científico?, Education in chemistry, p. 112.
- Kärkkäinen, M.U.M., Lamberg-Allardt, C.J.E., Ahonen, S., Välimäki, M. (2001) Does it make a difference how and when you take your calcium? The acute effects of calcium on calcium and bone metabolism, Am. J. Clin. Nutr., 74, p.335-42.
- Kuhn, T. S. Reflexões sobre meus críticos, in Lakatos, I., Musgrave, A., A crítica e o desenvolvimento do conhecimento, EDUSP/Cultrix, São Paulo, p. 285-343.
- Kuhn, T.S. Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa? in Lakatos, I., Musgrave, A., A crítica e o desenvolvimento do conhecimento, EDUSP/Cultrix, São Paulo, p. 5-32.
- Lakatos, I. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica, in Lakatos, I., Musgrave, A., A crítica e o desenvolvimento do conhecimento, EDUSP/Cultrix, São Paulo, p. 109-243.
- Ministério da Educação, <http://portal.mec.gov.br/sesu/index.php?option=content&task=view&id=598>, (acesso 10/02/06).
- Moreira, M.A.B., Zarbin, P.H.G., Coracini, M.D.A. (2005) Feromônios associados aos coleópteros-praga de produtos armazenados, Quím. Nova, 28, 3, p.472-77.
- Oliveira, J.A., Cambraia, J., Cano, M.A.O., Jordão, C.P. (2001) Absorção e acúmulo de cádmio e seus efeitos sobre o crescimento relativo de plantas de aguapé e de salvinia, Rev. Bras. Fisiol. Veg., 13, 3, p.329-41.
- Popper, K. A ciência normal e seus perigos, in Lakatos, I., Musgrave, A., A crítica e o desenvolvimento do conhecimento, EDUSP/Cultrix, São Paulo, p. 63-71.
- Popper, K. A lógica da pesquisa científica.
- Pracontal, M. (2002) A impostura científica em dez lições, Editora UNESP, São Paulo.
- Russell, B. (1977) *A perspectiva científica*, Companhia Editora Nacional, 4ª edição de 1949.
- Salmon, W.C. (1981) *Lógica*, Ed. Zahar, 5ª ed, Rio de Janeiro.
- Sampaio, MIC (2004) O processo de indexação de periódicos científicos: indexadores nacionais, internacionais e seus critérios, Disponível na URL: <http://www.bvs-psi.org.br/ImacIndex.pdf> (13/02/07)
- Souza, A.J., et al (1976) Iniciação à Lógica e à Metodologia da Ciência, Editora Cultrix, São Paulo.
- Ferormônio - o cheiro do amor, disponível em: <http://boasaude.uol.com.br/lib/ShowDoc.cfm?LibDocID=4597&ReturnCatID=763> (23.03.07).

Apêndice B – Cartaz de divulgação da disciplina

Introdução à Ciência QBQ2006

Disciplina Optativa

Público-alvo: Alunos de Graduação

Ementa

Módulo 1: Artigos científicos.

Ciência e Senso Comum. Diferentes concepções de Ciência. Metodologia Científica. Textos científicos e não-científicos. Princípios de Lógica. Indução e Dedução. Referagem.

Módulo 2: Projetos de pesquisa.

Tema da pesquisa. Revisão bibliográfica. Materiais e métodos. Redação de projetos. Agências de fomento.

Horário

Quartas-feiras das 14h00 às 17h00. O curso será oferecido no Instituto de Química da USP do dia 07.03.2007 ao dia 27.06.2007

Número de vagas: 30

Número de créditos: 5

(2 créditos aula e 3 créditos trabalho)

Inscrições: Via Requerimento (na Unidade de Origem)

Responsáveis

Prof. Dr. Bayardo B. Torres

Paulo de Avila Junior (dúvidas: deavila@iq.usp.br)

Apêndice C – Experimento das caixas (folha para anotações)

Não é necessária identificação

O que há nas caixas?

Vocês têm **3 minutos/caixa** para fazer suas observações e anotações nesta folha.

Caixa 1

Caixa 2

Caixa 3

Caixa 4

Caixa 5

Apêndice D - Exemplo de material recebido pelos alunos – Atividade Extraclasse I

O infarto do miocárdio (IM), como manifestação da doença arterial coronariana (DAC) é importante evento cardiovascular, desafiando a cardiologia moderna com sua alta taxa de morbimortalidade e repercussão sócioeconômica. Sabe-se que a aterosclerose coronariana significativa pode ocorrer mesmo sem repercussão clínica exuberante, podendo ser o IM a sua primeira manifestação. Sendo assim, há um grande esforço mundial para se detectar o mais precocemente possível a doença coronariana aterosclerótica. Da mesma forma, a doença arterial peniana, incluindo a aterosclerose, é a maior causa de disfunção erétil (DE), contribuindo com até 80% dos casos¹⁻⁴. Já está bem estabelecida a relação entre a DE e os principais fatores de risco para a doença isquêmica do coração^{5,6}, tais como diabetes e hipertensão ^{1,2,7-12} que, como indutores de lesão endotelial, podem provocar obstrução arterial, aterosclerose, ruptura de placas e trombose. Portanto, a DE pode ser considerada como um sintoma de dano endotelial vascular que pode coexistir ou mesmo preceder a manifestação clínica da DAC. Nestas condições, a DE comportar-se-ia como um verdadeiro marcador da DAC e, portanto, de doença isquêmica cardíaca.

O objetivo deste estudo é investigar a relação entre função erétil peniana e perfusão miocárdica em uma população com suspeita ou diagnóstico já firmado de DAC.

De agosto a outubro de 2004, foram estudados 300 homens, consecutivos, que se apresentaram em nossa instituição para estudo da perfusão miocárdica com objetivo diagnóstico ou de avaliação de DAC e que assinaram o consentimento esclarecido para participar do estudo. Destes, treze (4,3%) foram excluídos por apresentarem DE iatrogênica como consequência de prostatectomia radical prévia. Portanto, foram incluídos no estudo 287 homens que, após consulta clínicocardiológica detalhada, responderam o questionário confidencial auto-aplicável do Index Internacional de Função Erétil (IIEF-5)¹³, que determinou a presença ou ausência de DE.

Imagens da perfusão miocárdica, realizados com tecnécio-99m (Tc-99 sestamibi) através de cintilografia nuclear SPECT, foram obtidas em duas situações: a) repouso e b) após estresse físico ou farmacológico.

Na situação de repouso, injetou-se dose apropriada de Tc-99 sestamibi em veia periférica para obtenção das imagens com o objetivo de avaliar a distribuição regional do radiofármaco no miocárdio. A ocorrência de segmentos hipoperfundidos, identificadores de necrose prévia, pôde ser, dessa forma, evidenciada.

Na situação de estresse, objetivando a detecção de áreas isquêmicas, uma nova dose do radiofármaco foi injetada no pico do exercício realizado em esteira ergométrica de acordo com protocolo convencional (estresse físico) ou após a administração de 80mg de dipiridamol (estresse farmacológico). Novas imagens foram então obtidas, 45 minutos após o término do exercício físico ou da infusão do dipiridamol.

As imagens nas condições de repouso e sob estresse foram avaliadas por dois médicos independentes e devidamente treinados em cardiologia nuclear, sem o conhecimento dos dados obtidos durante a entrevista e aplicação do questionário. Em caso de divergência de opinião entre os dois especialistas, o resultado final foi obtido por consenso. Em nenhum caso, a opinião de um terceiro avaliador foi necessária.

As variáveis analisadas encontram-se na tabela I.

Exames prévios de colesterol sérico, angiografia coronária e medicações em uso não foram considerados na análise.

Tabela I - Variáveis analisadas	
Variáveis clínicas	Variáveis Cintilográficas
Idade	Perfusão miocárdica em repouso
Função erétil:	Perfusão miocárdica sob estresse
Presença de disfunção erétil (DE+)	Espessamento sistólico do miocárdio
Ausência de disfunção erétil (DE-)	Movimentação sistólica do miocárdio
História mórbida pessoal:	Fração de ejeção do ventrículo esquerdo
Diabetes	
Hipertensão arterial	
Acidentes vasculares encefálicos	
Infarto do miocárdio	
Revascularização cirúrgica do miocárdio	
Revascularização percutânea do miocárdio	
Hábitos:	
Tabagismo	
Alcoolismo	
Antecedentes familiares:	
Infarto do miocárdio	
Acidentes vasculares encefálicos	

Com base na ocorrência prévia de eventos cardíacos maiores (infarto ou revascularização do miocárdio por via cirúrgica ou percutânea) e nos resultados dos estudos de perfusão miocárdica, os pacientes foram agrupados em três possibilidades diagnósticas considerando a ocorrência ou não de DAC: a) DAC+; b) DAC-; c) DAC indefinida.

Tabela II - Idade mínima, máxima, média e desvio padrão (DP) em pacientes com (DE+) e sem (DE-) disfunção erétil					
Grupo	Pacientes (n)	Idade Mínima	Idade Máxima	Idade Média $\pm$ DP	p
DE-	150	24	76	50,67 $\pm$ 9,94	<0,001
DE+	137	39	83	60,60 $\pm$ 9,84	
Total	287				

Tabela III - Variáveis clínicas em pacientes com (DE+) e sem (DE-) disfunção erétil					
	DE+ n	DE+ %	DE- n	DE- %	p
Hipertensão	79	57,7	56	37,3	0,001
Diabetes	33	24,1	16	10,7	0,003
Acidente vascular encefálico	2	1,5	1	0,7	0,607 ⁽¹⁾
Infarto do miocárdio	40	29,2	25	16,7	0,011
Cirurgia coronariana	26	19,0	18	12,0	0,101
Angioplastia coronária percutânea	36	2,3	21	14,0	0,009
Fumo	11	8,0	19	12,7	0,200
Abuso de álcool	14	10,2	14	9,3	0,801
História familiar de doença cardiovascular	85	62,0	92	61,3	0,902

p = probabilidade calculada pelo qui-quadrado, exceto em ⁽¹⁾ onde foi calculada pelo Teste de Fisher

Os dados categorizados foram analisados através do teste de Fisher ou qui-quadrado, quando aplicáveis. Comparação entre grupos de variáveis contínuas foi feita usando o teste-t de "Student" ou o teste de Bonferroni. Regressão logística foi usada para estabelecer a probabilidade de DAC de acordo com função erétil e outras variáveis. *Odds ratio* e *Odds ratio* ajustado para idade foram calculados para a perfusão miocárdica e outras variáveis que se mostraram diferentes nos grupos com e sem DE. Todos os testes foram realizados bilateralmente e conduzidos a um intervalo significativo de 0,05.

Disfunção erétil e idade - 150 pacientes (52,3%) apresentavam função erétil normal (grupo DE-) enquanto que em 137 (47,8%) foi detectado algum grau de disfunção erétil (grupo DE+). Na amostra, as idades variaram entre 24 e 83 anos com média de 55,41 $\pm$ 11,05 anos, sendo significativamente maior no grupo DE+ (tab. II).

Variáveis clínicas (tabs. III e IV) - Em toda a amostra, a hipertensão arterial ocorreu em 135 pacientes (47%) e o diabetes em 49 (17,1%). Ambas com prevalência significativamente maior no

grupo DE+. Entretanto, não houve correlação significativa entre estes fatores de risco e alterações da perfusão miocárdica, tanto em repouso como sob estresse. Antecedente pessoal de IM ocorreu em 65 pacientes (22,6%) e angioplastia percutânea em 57 (19,9%). A exemplo do diabetes e da hipertensão, estes fatores tiveram prevalência significativamente maior no grupo DE+, embora apenas o IM tenha se relacionado significativamente com alterações da perfusão. Não foi encontrada diferença estatística entre os grupos DE+ e DE-, em relação às demais variáveis clínicas analisadas.

Variáveis cintilográficas e diagnóstico final de DAC (tabs. V e VI) – Alterações da perfusão miocárdica foram observadas em 65 pacientes (22,6%) na condição de repouso e em 72 (25%) sob estresse, com maior prevalência no grupo DE+ em relação ao DE-. Após análise de regressão logística, esta diferença foi ratificada, independentemente do fator idade (gráfico I).

Em 75 pacientes (26,1%) foi detectado comprometimento do grau de espessamento sistólico da parede do ventrículo esquerdo e em 73 pacientes (25,4%) havia anormalidade da sua movimentação. Tais comprometimentos prevaleceram significativamente no grupo DE+, também independentemente do fator etário ($p < 0,036$ e $p < 0,043$, respectivamente).

Diminuição da fração de ejeção do ventrículo esquerdo foi observada em 74 pacientes (25,78%) com maior prevalência no grupo DE+ em relação ao DE-.

O diagnóstico definitivo de coronariopatia (DAC+) foi firmado em 120 pacientes (41,8%). No grupo DE+, a prevalência de DAC+ foi significativamente maior independentemente do fator idade (tab. VI - gráfico II).

A prevalência de DE na amostra foi de aproximadamente 50%, comparável à maioria dos estudos epidemiológicos, apesar da população estudada ter alta incidência de DAC 14,15.

Além de hipertensão e diabetes, fatores de risco conhecidos para DAC e DE¹⁰⁻¹², os pacientes com função erétil comprometida tiveram também maior incidência de eventos coronarianos maiores no passado, tais como infarto do miocárdio e reperfusão miocárdica percutânea. Este dado aponta para a importância na detecção da DE, o mais precocemente possível, sendo ela não só marcador de DAC como possivelmente relacionada à sua gravidade. Outros fatores de risco como fumo e abuso de álcool não tiveram diferenças entre os grupos com ou sem DE. Uma possível explicação a este fato é a baixa porcentagem de fumantes e alcoólicos encontrada na amostra. História familiar de acidentes vasculares encefálicos e infarto do miocárdio, embora também conhecidos fatores de risco para DAC, não mostraram relação, na amostra estudada, com a presença ou ausência de DE. Investigação mais detalhada para o melhor entendimento sobre esta relação, baseada em estudos epidemiológicos mais específicos, deve ser realizada.

A alta influência da idade na ocorrência tanto da DE como na DAC e, também, pelo fato da idade média ter sido maior no grupo DE+, impôs a utilização de análises através da *Odds-ratio* ajustado para a idade, de modo a se poder estabelecer com maior precisão a relação entre as variáveis clínicas e cintilográficas de perfusão miocárdica e a DE.

Alterações na perfusão miocárdica, mobilidade da parede do ventrículo esquerdo e grau de espessamento miocárdico durante a sístole foram mais frequentes no grupo DE+, independentemente da idade. Desta forma, foi possível observar que pacientes com DE tem maior probabilidade de apresentar déficits de perfusão segmentar miocárdica e função contrátil, e, portanto de DAC, independentemente da idade.

Estudos têm mostrado uma alta incidência de DE em pacientes com doença cardiovascular, incluindo hipertensão e DAC. A presente investigação demonstrou correlação significativa, independente da idade, entre a presença de DE e repercussões funcionais da doença cardíaca isquêmica, não só envolvendo a perfusão miocárdica mas também o desempenho ventricular esquerdo.

Nesta amostra, os pacientes com DE tiveram risco 2,35 vezes maior de apresentar perfusão miocárdica anormal em repouso e 2,29 vezes maior sob estresse do que aqueles com função erétil preservada. Estes números, por si só, já identificam a DE como um marcador de distúrbios perfusionais e funcionais do miocárdio relacionados à DAC. A comprovação é feita pelo diagnóstico final de coronariopatia (DAC+) que prevaleceu significativamente no grupo com DE, independentemente do fator idade.

Neste estudo, a hipertensão arterial e o diabetes apesar de prevalentes na população com DE, não se associaram, por si só, ao aumento da probabilidade de ocorrer distúrbios da perfusão miocárdica, fato que distingue um fator de risco de um verdadeiro marcador para DAC.

Os autores concluem que a DE está altamente relacionada à DAC e sua detecção indica maior risco de anormalidades perfusionais e funcionais do músculo cardíaco, próprias da DAC.

A DE deve ser considerada não só um marcador de DAC como também uma condição relacionada à ocorrência de eventos coronarianos maiores como IM e a necessidade de revascularização percutânea do miocárdio. Baseados neste estudo, os autores recomendam a inclusão de questionários sobre a função erétil na prática diária médica.

Tabela IV - Presença (DE+) ou ausência (DE-) de disfunção erétil, outras variáveis clínicas e odds ratio

	Repouso				Estresse			
	OR	LI	LS	p	OR	LI	LS	p
DE-	1,00	-	-		1,00	-	-	
DE+	2,35	1,07	5,19	0,034	2,29	1,09	4,79	0,028
IM	10,16	4,77	21,65	<0,001	9,83	4,74	20,38	<0,001
HAS	1,33	0,66	2,70	0,424	1,31	0,67	2,54	0,429
DM	1,51	0,66	3,43	0,326	1,15	0,51	2,58	0,736
APC	1,47	0,67	3,22	0,333	1,43	0,67	3,04	0,355
Idade	1,07	1,03	1,12	0,004	1,06	1,02	1,10	0,002

IM = infarto miocárdico; HAS = hipertensão arterial sistêmica; DM = diabetes melito; APC = angioplastia percutânea coronária; OR = odds ratio; LI = limite inferior; LS = limite superior

Tabela V - Variáveis cintilográficas e diagnóstico final de doença arterial coronariana (DAC) em pacientes com (DE+) e sem (DE-) disfunção erétil

	ED + N	ED + %	ED - n	ED - %	p
Perfusão miocárdica anormal em repouso	49	35,8	16	10,7	0,001
Perfusão miocárdica anormal sob estresse	52	38,2	20	13,3	0,001
Espessamento sistólico miocárdico anormal	53	38,7	22	14,7	0,001
Movimentação miocárdica anormal	51	37,2	22	14,7	0,001
Fração de ejeção do ventrículo esquerdo diminuída	53	38,7	21	14,0	0,001
Presença de DAC	79	64,8	41	29,7	0,001

p = probabilidade pelo qui-quadrado

Gráfico I - Disfunção Erétil (DE) - Probabilidade estimada de alteração da perfusão miocárdica no repouso e no estresse versus idade.

Tabela VI - Perfusão, desempenho miocárdico e presença de doença arterial coronariana (DAC) com odds ratio (OR) ajustado e não ajustado à idade

	Odds ratio não ajustado			Odds ratio ajustado			p
	OR	Limite inferior	Limite superior	OR	Limite inferior	Limite superior	
Perfusão miocárdica anormal em repouso	4,66	2,50	8,71	2,63	1,33	5,20	0,005
Perfusão miocárdica anormal sob estresse	4,02	2,24	7,22	2,48	1,31	4,70	0,005
Espessamento sistólico miocárdico anormal	3,67	2,08	6,48	2,00	1,06	3,76	0,032
Movimentação miocárdica anormal	3,45	1,95	6,10	1,92	1,02	3,62	0,043
Presença de DAC	4,35	2,58	7,32	2,52	1,42	4,47	0,002

Gráfico II - Disfunção Erétil (DE) - Probabilidade estimada de doença arterial coronariana versus idade

1. Taylor EJ, ed. Dorland's Illustrated Medical Dictionary. 27th ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1988.
2. Laumann EO, Paik A, Rosen RC. Sexual dysfunction in the United States: prevalence and predictors. JAMA 1999;281:537-44.
3. O'Kane PD, Jackson G. Erectile dysfunction: is there silent obstructive coronary artery disease? Int J Clin Pract 2001;55:219-20.
4. Gazzaruso C, Giordanetti S, De Amici E et al. Relationship between erectile dysfunction and silent ischemia in apparently uncomplicated type 2 diabetic patients. Circulation 2004;110:22-26.
5. Conti CR, Pepine CJ, Sweeney M. Efficacy and safety of sildenafil citrate in the treatment of erectile dysfunction in patients with ischemic heart disease. Am J Cardiol 1999;83:29C-34C.
6. El-Sakka A, Morsy AM. Screening for ischemic heart disease in patients with erectile dysfunction: role of penile Doppler ultrasonography. Urology 2004;64:346-50.
7. Feldman HA, Goldstein I, Hatzichristou DG, Krane RJ, McKinlay JB. Impotence and its medical and psychosocial correlates: results of the Massachusetts Male Aging Study. J Urol 1994;151:54-61.
8. Santos DB, Moreira Jr ED, Abdo CHN, Wroclawski ER, Fittipaldi JAS. Epidemiologia da disfunção erétil no Brasil: resultados da pesquisa nacional do projeto avaliar. Rev Bras Med 2004(9):613-25.
9. Virag R, Bouilly P, Frydman D. Is impotence an arterial disorder? A study of arterial risk factors in 440 impotent men. Lancet 1985;1:181-4.
10. Jensen J, Lendorf A, Stimpel H, Frost J, Ibsen H, Rosenkilde P. The prevalence and etiology of impotence in 101 male hypertensive outpatients. Am J Hypertens 1999;12:271-5.
11. Rosen MP, Greenfield AJ, Walker TG. Arteriogenic impotence: findings in 195 impotent men examined with selective internal pudendal angiography. Radiology 1990;174:1043-8.
12. Sasayama S, Ishii N, Ishikura F et al. Men's Health Study. Epidemiology of erectile dysfunction and cardiovascular disease. Circulation J 2003;67:656-59.
13. Rosen RC, Cappetere JC, Smith MD, Lipsky J, Pena BM. Development and evaluation of an abridged, 5-item version of the International Index of Erectile Function (IIEF-5) as a diagnostic tool for erectile dysfunction. Int J Impot Res 1999;11:319-26.
14. NIH Consensus Conference. Impotence: NIH Consensus Development Panel on impotence. JAMA 1993;270:83-90.
15. Benet AE, Melman A. The epidemiology of erectile dysfunction. Urol Clin North Am 1995;22:699-709

Apêndice E - Exemplo de material recebido pelos alunos – Atividade Extraclasse II

Vegetarian dietary practices have been associated with many health benefits, including lower death rates from ischemic heart disease, diabetes, and certain forms of cancer (1-6) and lower risks of dyslipidemia, hypertension, and obesity (7-10). Most vegetarians have higher intakes of fruit and vegetables, dietary fiber, antioxidant nutrients, phytochemicals, and folic acid than do nonvegetarians, and lower intakes of saturated fat and cholesterol (11-14), which have been related to lower risk of chronic disease (15-20).

The question of whether the multiple benefits of vegetarian dietary practices extend to enhanced physical fitness and performance has been explored since the early 20th century, when a few simple studies reported greater muscular endurance in vegetarian than in nonvegetarian subjects, but these results were not confirmed in subsequent research (21). In 1970, Cotes et al (22) compared thigh-muscle width, pulmonary function measures, and cardiorespiratory response to submaximal cycle ergometry exercise in 14 vegan and 86 nonvegetarian women. Ventilation responses during rest or exercise did not differ between the groups, and thigh muscle width was similar. The authors concluded that the lack of animal protein did not impair the physiologic response to submaximal exercise.

Williams (23) studied the effect of a vegetarian diet on running performance (5–8-km test runs). The subjects completed the runs before and after the 2-wk test diet, and then again 2 wk after resuming a nonvegetarian diet. No significant differences in performance were found between the trials, suggesting that the vegetarian diet had neither a beneficial nor a detrimental effect on aerobic endurance.

Physical fitness, anthropometric, and metabolic indexes were compared by Hanne et al (24) in 49 vegetarian and 49 nonvegetarian male and female Israeli athletes who were matched for age, sex, body size, and athletic activities. No significant differences were found between groups in pulmonary function, aerobic and anaerobic capacities, arm and leg circumferences, hand grip and back strength, hemoglobin, or total serum protein.

Twenty-one overweight women consumed a lactoovovegetarian diet for 5 wk in which all meals were prepared, weighed, and served in a research kitchen (25). Half of the subjects were randomly assigned to an exercise program of walking, jogging, or both (five 45-min sessions/wk at an intensity of 60% $\dot{V}_{O_{2max}}$) whereas the other half remained sedentary. Submaximal and maximal cardiorespiratory measures improved significantly in those who exercised, but no improvement was seen in the women who consumed the vegetarian diet without exercise.

Snyder et al (26) studied 2 groups of female runners who were matched for age, weight, and distance run per week. One group regularly consumed a semivegetarian diet (<100 g red meat/wk) whereas the other group consumed a diet that included red meat. No significant difference in maximal aerobic capacity was found between the 2 groups.

A series of reports has been published about 110 runners who competed in a 1000-km race conducted over a 20-d period in West Germany (27-29). Before and during the race, 60 of the runners consumed a conventional Western diet and 50 consumed a lactoovovegetarian diet. During the race, the diets for both groups were formulated to ensure a similar intake of carbohydrate by both groups (aprox.60% of total energy). Diet had no effect on the performance of the runners: half of each group finished the 20-d race, the order of finishers was not influenced by the diet, and the average running time of the vegetarian runners was not significantly different from that of the nonvegetarians.

Nineteen long-term vegetarian (mean duration vegetarianism 46 y) and 12 nonvegetarian healthy, physically active elderly women (mean age: 71 y) were compared on the basis of a variety of hematologic, anthropometric, and metabolic factors (30) (Table 1). Although the vegetarian subjects had significantly lower blood glucose and cholesterol concentrations, no differences between groups were found for submaximal and maximal cardiorespiratory and electrocardiographic indexes measured during graded treadmill testing. The authors concluded that a long-term vegetarian diet may be associated with several benefits, but these do not include improved cardiorespiratory fitness.

Two reports were published on a study in 8 well-trained, male athletes in Denmark who consumed either a lactoovovegetarian or a nonvegetarian diet for 6 wk in a crossover design (31-32). Both diets consisted of 57% of total energy as carbohydrates, 14% as protein, and 29% as fat. Maximal aerobic capacity, aerobic endurance time to exhaustion, muscle glycogen concentrations, and isometric strength were not affected significantly by changes in the diet (Figure 1).

Animal product intake was measured and related to $\dot{V}_{O_{2max}}$ in a group of 80 women who varied widely in age (27–72 y), body mass (52–156 kg), maximal aerobic power ($12.7\text{--}50.7\text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), meat intake (1.1–31.6 meat exchanges/d), milk intake (0–4.2 milk exchanges/d), dietary cholesterol (30–530 mg/d), and vitamin B-12 intake (0.8–14.4 $\mu\text{g/d}$) (33). Maximal aerobic power was not related with meat intake ($r = -0.13$, $P = 0.324$), an animal

product index created by combining meat and milk exchanges ($r = -0.127$, $P = 0.339$), dietary cholesterol ($r = -0.160$, $P = 0.239$), or vitamin B-12 intake ($r = 0.065$, $P = 0.635$). A multiple regression analysis, using models to control for age and body composition, failed to alter these findings.

Together, these studies indicate that a vegetarian diet, even when practiced for several decades, is neither beneficial nor detrimental to cardiorespiratory endurance, especially when carbohydrate intake, age, training status, body weight, and other confounders are controlled for.

TABLE 1

Dietary, hematological, and metabolic comparisons between vegetarian and nonvegetarian healthy, nonobese, physically active, elderly women¹

Characteristic	Vegetarians (<i>n</i> = 19)	Nonvegetarians (<i>n</i> = 12)
Age (y)	72.3 ± 1.4	69.5 ± 1.0
BMI (kg/m ²)	22.5 ± 0.6	24.2 ± 0.8
Sum of 3 skinfold thicknesses (mm)	71.7 ± 5.1	85.2 ± 5.5
Dietary		
Energy (kJ/kg body wt)	100.4 ± 6.7	95.8 ± 9.2
Carbohydrate (% of total energy)	61.4 ± 1.6	48.9 ± 1.7 ²
Fat (% of total energy)	30.4 ± 1.2	36.9 ± 2.0 ²
Cholesterol (mg/MJ)	15.1 ± 2.5	32.7 ± 2.9 ²
Hematologic		
Hemoglobin (g/L)	144 ± 2	146 ± 3
Glucose (mmol/L)	4.60 ± 0.9	5.13 ± 0.1 ²
Total cholesterol (mmol/L)	5.41 ± 0.20	6.48 ± 0.29 ²
Metabolic		
Systolic blood pressure (mm Hg)	145 ± 4	142 ± 5
$\dot{V}O_{2\max}$ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	23.8 ± 1.5	21.9 ± 0.8
Maximal ventilation (L/min)	52.9 ± 3.8	51.2 ± 3.4

¹Data from reference 30.

²Significantly different from vegetarians, $P < 0.05$ (Student's *t* test).

FIGURE 1. Total endurance time to exhaustion on a cycle ergometer or treadmill among 8 athletes who consumed a vegetarian or nonvegetarian diet for 6 wk each in a crossover design. Carbohydrate intake was kept the same for each dietary regimen (57% of total energy). There were no significant differences between groups. Data from reference 32.

SPECIAL CONCERNS FOR ATHLETES CONSUMING VEGETARIAN DIETS

Endurance athletes have been urged to emphasize carbohydrates in their diet to optimize muscle and liver glycogen stores (34). At the high intensities necessary for athletic training and competition, the metabolism of body carbohydrate reserves provides the major fuel for muscle contraction and when these carbohydrate reserves reach low concentrations, the result is fatigue (35). Carbohydrate intakes of approx. 500–800 g/d (8–10 g/kg body wt⁻¹·d⁻¹) and as 60–70% of energy intake have been recommended for athletes training intensively for >60–90 min/d (34–36).

A near-vegetarian diet is often necessary for athletes to take advantage of high-carbohydrate plant foods such as cereals, pasta, grains, dried fruits, and legumes. In one study, >75% of 347 marathon runners reported higher intake of fruit, vegetables, and whole grains and lower intakes of red meat and eggs compared with their prerunning dietary habits (37). Nonetheless, in most studies, carbohydrate intakes by endurance athletes fall below recommended amounts, although there are some noteworthy exceptions (eg, Tarahumara Indian ultramarathon runners and triathletes) (34,37,38).

Iron, zinc, and trace minerals

Concerns have been raised that an emphasis on the consumption of plant foods to enhance carbohydrate intakes by athletes may increase dietary fiber and phytic acid intakes to concentrations that reduce the bioavailability of several nutrients, including zinc, iron, and some trace minerals (39,40). Furthermore, nonheme iron from plant food sources is more poorly absorbed than is heme iron from animal products, increasing the risk of sports anemia in endurance athletes, who are already at high risk of iron deficiency resulting from exercise-induced iron losses (34). These concerns may be especially apparent in certain subgroups such as female adolescent athletes (41).

Most studies of long-term vegetarian nonathletes who avoid dietary extremes indicate that despite the apparent lower bioavailability of some minerals, the iron, zinc, and trace element status (as measured in serum, hair, and urine) appears to be adequate (42,43). Dietary intake of iron is typically above recommended amounts in vegetarians, but serum ferritin concentrations and other iron-status indicators are often lower than those in nonvegetarians, although anemia is rare (11,44–49).

Although inhibitors of dietary iron absorption are present in plant-based foods, such as phytates in grains and tannic acid in tea, plant foods also contain enhancers of dietary iron absorption, such as vitamin C and citric acid found in fruit and vegetables (14,43). Although considered controversial, there is some evidence that a reduction in body iron stores may be associated with reduced risks of both coronary artery disease and cancer (50–52). Thus, the lower ferritin concentrations found in vegetarians may actually be advantageous, but further research is needed before this hypothesis can be accepted.

Various groups of athletes have been reported to be at risk of iron deficiency, although, as in vegetarians, iron deficiency anemia is rare (34,53,54). There is a growing consensus, however, that mild iron deficiency has little or no meaningful effect on the health or performance capabilities of athletes (34). Low intake of dietary iron, increased hemolysis, decreased iron absorption, and increased iron loss in sweat, feces, and urine have all been implicated as factors that may reduce body iron stores in some athletes, especially females (34,53). In one large study of 1743 Finnish men, the duration and frequency of physical activity were associated inversely with serum ferritin concentrations (51). The authors speculated that reducing the amount of stored iron could be one mechanism through which exercise training decreases the risk of coronary artery disease (50,51).

There has been some concern that vegetarian female endurance athletes may be at special risk of iron deficiency (39,40). A significant proportion (30–50%) of endurance athletes, especially women, have been reported to be semivegetarians with low intakes of meat products (26,39). Snyder et al (26) compared iron status in 9 nonvegetarian and 9 semivegetarian female runners and reported lower serum ferritin and higher total-iron-binding capacity in the semivegetarians. Serum iron, percentage transferrin saturation, and hemoglobin concentrations, however, were not significantly different between the groups.

Seiler et al (28) also reported lower ferritin concentrations in vegetarian than in nonvegetarian runners, both male and female. However, no impairment in ability to compete in a 20-d, 1000-km race was measured in the vegetarian runners. During the 1000-km race, dietary iron intake was higher in the vegetarian group, but the iron was of the nonheme variety from legumes, dried fruit, nuts, vegetables, and grain products. High intake of vitamin C together with the avoidance of tea appeared to enhance iron absorption because blood indicators of iron status were similar in the vegetarian and nonvegetarian runners (29). The Tarahumara Indians of Mexico, renowned for their extraordinary endurance as long-distance runners, have been found to have normal blood hemoglobin concentrations despite diets that consist of 90% corn and pinto beans (38,55). In the study of 8 athletes who consumed a vegetarian or nonvegetarian diet for 6 wk (crossover design), despite an extremely high fiber intake while consuming the vegetarian diet (98 and 47 g/d, respectively), blood hemoglobin, serum iron, and serum transferrin concentrations did not differ significantly between dietary groups (31,32).

Despite the lower bioavailability of some trace elements such as zinc, copper, manganese, and selenium in vegetarian diets, most studies have failed to show that vegetarians have impaired trace element status (14,42). It appears that the bodies of vegetarians can adapt by increasing the absorption of trace elements, although concerns have been raised that adolescents, who have higher zinc requirements for growth, who consume vegetarian diets may have suboptimal zinc status (42,48).

Several studies have shown that acute exercise alters blood concentrations of trace elements, suggesting that exercise leads to a redistribution of body tissues (56,57). There is some evidence that an acute bout of exercise increases urinary zinc excretion (56). However, most studies have failed to find that indicators of trace element status are different between athletes and nonathletes (57). Concerns have been raised that athletes, especially adolescents, who avoid meat may have difficulty maintaining adequate amounts of zinc in their bodies (40). Insufficient data exist to determine whether these concerns are warranted. Beef, pork, and poultry are major sources of zinc in the United States (58). Milk and cereal products, legumes, and nuts are also good sources of zinc, but the zinc in these sources is less bioavailable than that in meat (40,56,58).

Vegetarian athletes should eat foods with ample amounts of iron and zinc (eg, fortified breakfast cereals, legumes, and nuts and seeds), include vitamin C sources with each meal, and avoid heavy tea intake (40). Iron, zinc, and trace element supplementation may be necessary for some vegetarian athletes who have poor diets, but the supplements should include no more than 100% of the recommended dietary allowance to avoid negative interactions with the absorption or function of other nutrients (56,59).

Although there are some concerns about the trace-mineral status of vegetarian athletes, their dietary practices may be of benefit in another area of current interest in sports nutrition (13). There is increasing evidence that heavy exertion produces an oxidative stress that leads to the generation of oxygen free radicals and lipid peroxidation (60-63). Antioxidant enzymes provide the first line of defense, with antioxidant nutrients such as vitamins E, C, and A providing a second line of defense (62). Chronic physical training augments the physiologic antioxidant defenses in several tissues (61). People who exercise regularly and intensely should eat foods rich in antioxidants (60). Vegetarian athletes with high intakes of fruit, vegetables, and whole grains have a special advantage. The role of antioxidant supplements is still controversial (63).

Protein and creatine

All essential and nonessential amino acids can be supplied by plant food sources alone as long as a variety of foods is consumed and energy intake is adequate to meet needs (14,64). The American Dietetic Association (14) has advised that consciously combining various plant foods within a given meal is unnecessary.

Although most vegetarian diets meet or exceed dietary recommendations for protein, they often provide less protein than do nonvegetarian diets (12,26,44,49). Concerns have been raised that vegetarian athletes may have intakes that fall below the added demands created by heavy exertion (39,65). Studies indicate that athletes benefit from diets containing more protein than the current RDA of $0.8 \text{ g.kg body wt}^{-1}.\text{d}^{-1}$; strength-training athletes probably need approx. $1.4\text{--}1.8 \text{ g.kg body wt}^{-1}.\text{d}^{-1}$ and endurance athletes approx. $1.2\text{--}1.4 \text{ g.kg body wt}^{-1}.\text{d}^{-1}$ (65). Most athletes are able to meet these extra demands without protein supplementation by keeping dietary protein near 15% of total energy intake (65). Vegan athletes can achieve optimal protein intake by careful planning, with an emphasis on protein-rich plant foods such as legumes, nuts and seeds, and whole-grain products.

Creatine supplementation has been suggested as an ergogenic aid for athletes who engage in repeated bouts of short-term, high-intensity exercise (66,67). Creatine is found in large quantities in skeletal muscle and binds to a significant amount of phosphate, providing an immediate source of energy in muscle cells (adenosine 5'-triphosphate). The purpose of consuming supplemental creatine is to increase the skeletal muscle creatine content in the hope that some of the extra creatine binds with phosphate and thus increases muscle-phosphocreatine content. During repeated bouts of high-intensity exercise (eg, five 30-s bouts of sprinting or cycling exercise separated by 1–4 min of rest), the increased availability of phosphocreatine may improve resynthesis and degradation rates, leading to greater anaerobic adenosine 5'-triphosphate turnover and greater high-power exercise performance (66).

The estimated daily requirement of creatine is approx. 2 g. Nonvegetarians typically get approx. 1 g creatine/d from the various meats they ingest and the body synthesizes 1 g in the liver, kidney, and pancreas, using the amino acids arginine and glycine as precursors. Vegetarians generally have low body creatine pools, suggesting that inadequate dietary creatine from meat sources is not compensated for by increased endogenous creatine production (67).

Various studies have shown that consuming approx. 20–25 g creatine/d for 5–6 consecutive days significantly increases muscle creatine in most people, especially those with low amounts to begin with, ie, vegetarians (66–68). Four to 5 doses of 5 g each are usually consumed by dissolving 5 g creatine in approx. 250 mL of a beverage throughout the day. Each 5-g dose of creatine is the equivalent of 1.1 kg fresh, uncooked steak. Creatine supplementation for up to 8 wk has not been associated with major health risks, but the safety of prolonged creatine supplementation has not been established (66–71).

Some but not all studies have shown that supplemental creatine improves power performance during repeated bouts of short-term sprinting, cycling, and swimming (66–71). A recent randomized, double-blind study in vegetarian subjects failed to show any effect of creatine on power performance (69). Additional laboratory and field research is needed to help resolve the conflicting findings regarding the ergogenic efficacy of creatine supplementation (71). Creatine supplementation has no effect on aerobic exercise metabolism and performance (66, 67).

Hormonal alterations

High-fiber, low-fat vegetarian diets have been associated with reduced blood estrogen concentrations and increased menstrual irregularity (72–75). Frequent, vigorous exercise has also been related to menstrual irregularities (34). About 5–20% of women who exercise regularly and vigorously and approx. 50–65% of competitive athletes may develop oligoamenorrhea. The causes are hotly debated, but may include low energy intake, depleted fat stores, and the effect of exercise itself on the hypothalamic-pituitary-ovarian axis in female athletes (76, 77). Amenorrheic athletes typically have low concentrations of estradiol and progesterone and have hormonal profiles similar to those of postmenopausal women. The reduced concentrations of endogenous estrogen associated with athletic amenorrhea may prevent the formation of adequate bone density (34, 76, 77).

Two reports (published as letters) suggested that a significant proportion of female athletes with amenorrhea were vegetarians (78, 79). However, these were descriptive studies that could not determine whether the cause was the vegetarian diet, heavy exercise training, lower energy intake, or other factors. There is increasing evidence that low energy intake, not diet quality, is a major cause of oligoamenorrhea in female athletes, and that when brought into positive energy balance, hormonal profiles return to normal and menstruation resumes (80). Hanne et al (24) observed that when vegetarian female athletes are properly nourished, their menstrual cycle function is normal compared with that of matched nonvegetarian control subjects.

Apêndice F – Texto utilizado em aula (Aula 7: Referagem)

Efeitos dos extratos hidroalcoólicos do alho e do capim-limão em ratos anestesiados

Babosa, A.¹; Aloe, V.²

¹Departamento de Ciências Biológicas, ²Departamento de Farmácia, ambos da Faculdade São Longuinho.

RESUMO: Este trabalho tem por objetivo verificar os efeitos da aplicação aguda endovenosa dos extratos hidroalcoólicos de alho e de capim-limão sobre a pressão arterial de ratos. Para isso, serão usados *Rattus norvegicus albinus*, n=7, anestesiados e injetadas doses de 1 mg dos extratos separadamente e em associação (1mg + 1mg), em volumes de 0,2 mL. A PAM foi registrada com um sistema Biopac, modelo MP100. O alho diminuiu a PAM de 124±2 mmHg, no controle, para 108±2 mmHg aos 15s. Da mesma forma, o capim-limão diminuiu a PAM de 122±2 mmHg, no controle, para 106± 2 mmHg aos 15s. A associação de ambos também diminuiu a PAM de 126±3 mmHg, no controle, para 113±3 mmHg aos 15s. Os efeitos das duas plantas foram iguais e não foram incrementados quando associadas.

Palavras-chave: alho, capim, limão, pressão.

INTRODUÇÃO

A fitoterapia é uma modalidade de tratamento medicinal que vem crescendo muito nestes últimos anos, produzindo uma movimentação financeira mundial de aproximadamente 22 bilhões de dólares. Um dos fatores que contribui para isto é o alto custo dos medicamentos industrializados. No Brasil, esse fato fica evidente quando se observa que mais de 50% da sua população fazem uso de plantas medicinais e de produtos fitoterápicos, inclusive para tratamento da hipertensão arterial.

A hipertensão arterial é uma doença altamente prevalente em nosso meio, atingindo cerca de 15 a 20% da população adulta com mais de 18 anos, chegando a alcançar índices de 50% nos idosos.

Uma das plantas usadas no tratamento da hipertensão arterial é o alho, que também apresenta efeitos natriurético e diurético, antiagregante plaquetário e fibrinolítico e cardioprotetor na reperfusão e na isquemia.

Outra planta que tem efeito sobre a pressão arterial é o capim-limão, que apresenta ação anti-hipertensiva e diurética. No Brasil, tem sido empregada popularmente como remédio para vários distúrbios gastrintestinais e nervosos, não apresentando efeitos tóxicos.

As ervas têm sido usadas no tratamento medicinal desde a origem da civilização, mas muitos remédios herbais não têm sido submetidos à cuidadosa avaliação científica, e alguns causam sérios efeitos tóxicos, principalmente relacionados a interações farmacológicas entre drogas. Por outro lado, costuma-se associar plantas com efeitos similares na tentativa de se aumentar a eficácia do tratamento. Na região de Bafia, pequena localidade situada a 120 km de Yaoundé, capital política do Camarão, costuma-se associar alho e capim-limão no tratamento da hipertensão arterial.

O presente trabalho tem por objetivo provar que a associação dos extratos hidroalcoólicos do alho e do capim-limão incrementa o efeito hipotensor de cada planta aplicada separadamente.

MATERIAL E MÉTODOS

Bulbos de alho e folhas de capim-limão foram colhidos no jardim da faculdade. No laboratório de Plantas Medicinais e Fitoterápicos foi realizada a preparação dos extratos hidroalcoólicos pelo processo "A" descrito na Farmacopéia dos Estados Unidos do Brasil (1959), sendo o álcool etílico a 70% o líquido extrator. Os extratos foram evaporados num rotavapor MA120, Marconi, sob pressão de 600 mmHg e temperatura de 50 °C no banho Maria, liofilizados, armazenados, protegidos contra a luz e mantidos a -10 °C.

As doses a serem administradas foram preparadas com solução salina, seus pHs ajustados para valor fisiológico (7,4) e filtradas antes das aplicações.

Ratos machos (*Rattus norvegicus albinus*), adultos (n=7) pesando em média 400 gramas, provenientes do biotério da faculdade, mantidos em jejum de 48 horas, foram utilizados como grupo experimental para a aplicação das doses, sendo que em cada animal foram injetadas doses do extrato hidroalcoólico do alho, do capim-limão e da associação, tendo sido os animais anestesiados com pentobarbital sódico (30 mg/Kg, intraperitoneal) e, em seguida, traqueostomizados e realizada canulação da veia jugular direita, para aplicação dos extratos, e da artéria carótida esquerda para o registro da pressão arterial média (PAM), de acordo com metodologia descrita por Carbajal. Após procedimento cirúrgico, aguardava-se a estabilização das variáveis hemodinâmicas, o que ocorria em torno de 15 minutos, para se iniciarem as aplicações.

Experimentos preliminares foram realizados para a obtenção das doses, sendo escolhida a de 1mg por apresentar efeito médio dentre duas outras (0,1 mg e 10 mg), ficando assim determinado: 1 mg de alho, 1 mg de capim-limão e a associação de 1mg de alho + 1 mg de capim-limão. O volume injetado foi de 0,2 mL, durante 5 segundos, seguindo-se a aplicação de 0,2 mL de salina para lavagem de possíveis resíduos na cânula.

Antes da aplicação da dose inicial, foram injetados 0,4 mL de solução fisiológica como controle das condições hemodinâmicas dos animais (Figura1). Quando os animais não apresentavam condições estáveis no controle, os experimentos eram descartados. O registro da PAM foi obtido através de um transdutor de pressão modelo TSD 104A, acoplado a um sistema Biopac MP 100 (Santa Bárbara-Califórnia), o qual foi ligado a um computador, possibilitando o registro em mmHg. Os resultados obtidos foram expressos como médias e erros padrões das médias e analisados estatisticamente pelo teste de "Student-Newman-Keuls", no controle (tempo 0) e nos tempos de 15, 30, 45, 60 e 120 segundos após a aplicação dos extratos, sendo considerados significativos valores com $p < 0,05$. O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética da faculdade.

RESULTADOS

A aplicação de 1 mg de alho reduziu a PAM ($p < 0,05$), passando de 124 ± 2 mmHg, no controle, para 108 ± 2 mmHg aos 15 segundos, tendo voltado ao controle somente aos 120s (Tabela 1, Figura 2). A aplicação de 1 mg de capim-limão também reduziu a PAM ($p < 0,05$), passando de 122 ± 2 mmHg, no controle, para 106 ± 2 mmHg aos 15 segundos, retornando da mesma forma ao controle aos 120s (Tabela 1, Figura 3). Não houve diferenças significativas entre os efeitos do alho e do capim-limão sobre a PAM dos ratos anestesiados.

A aplicação de 1 mg de alho + 1 mg de capim-limão reduziu a PAM ($p < 0,05$), passando de 126 ± 3 mmHg, no controle, para 113 ± 3 mmHg aos 15 segundos, retornando ao controle aos 60s. Os efeitos da associação das duas plantas não foram diferentes em relação àqueles produzidos por elas separadamente (Tabela 1, Figura 4).

DISCUSSÃO

Objetivou-se no presente estudo verificar os efeitos agudos da administração endovenosa dos extratos hidroalcoólicos do *Allium sativum* e do *Cymbopogon citratus* sobre a pressão arterial de ratos anestesiados, bem como verificar se a associação deles poderia incrementar os efeitos separados. O efeito anti-hipertensivo do alho, demonstrado por vários autores em revisão literária de Banerjee e Marilik (2002), foi também observado neste estudo. As explicações para o mecanismo de ação deste efeito são apenas especulações. Alguns pesquisadores acreditam que o alho promove a liberação de óxido nítrico (Pedrazza-Chaverri et al., 1998), que, como se sabe, é um potente vasodilatador. Sharifi et al. (2003) sugerem para esta planta efeito inibidor da enzima conversora da angiotensina (ECA), enquanto que Al-Qattan et al. (2001) acreditam ter efeito na redução da síntese de prostanóides vasoconstritores.

O efeito anti-hipertensivo do capim-limão também foi observado neste estudo. Para Carbajal et al. (1989), este efeito não é devido a uma ação direta sobre os vasos nem a uma depressão cardíaca, porém o autor não sugere nenhuma explicação para o fenômeno. Sem dúvida, para se entender o mecanismo de ação do alho e do capim-limão como hipotensores, há necessidade de se isolarem seus princípios ativos e de se fazerem experimentos ligados a receptores e à liberação de possíveis substâncias delas derivadas no sangue.

Os efeitos da associação das duas plantas não foram significativamente diferentes em relação àqueles produzidos por elas separadamente. Isto demonstra que nem sempre a associação de plantas medicinais pode ser benéfica.

CONCLUSÃO

O presente trabalho deixa claro que os extratos hidroalcoólicos do alho e do capim-limão foram igualmente potentes na redução da pressão arterial média de ratos anestesiados e que, quando associados, não incrementaram este efeito. Isto mostra que o uso popular de associar plantas com efeitos similares não é benéfico. Além disso, como o capim-limão (capim cidreira) está associado à disfunção erétil, é recomendado apenas às mulheres com problemas de hipertensão.

Apoio financeiro: HC - Homeopathic Care.

Tabela 1. Efeitos da aplicação dos extratos hidroalcoólicos de *Allium sativum*, de *Cymbopogon citratus* e de suas associações sobre a pressão arterial média de ratos anestesiados (n=7). Valores expressos em mmHg como Média $\pm$ EPM.

	Controle	15s	30s	45s	60s	120s
<i>Allium sativum</i>	124 $\pm$ 2	108 $\pm$ 2*	117 $\pm$ 3	119 $\pm$ 3	120 $\pm$ 3	122 $\pm$ 3
<i>Cymbopogon citratus</i>	122 $\pm$ 2	106 $\pm$ 2*	113 $\pm$ 2	118 $\pm$ 3	119 $\pm$ 3	121 $\pm$ 3
<i>A. sativum</i> + <i>C. citratus</i>	126 $\pm$ 2	115 $\pm$ 3*	120 $\pm$ 2	123 $\pm$ 2	126 $\pm$ 2	127 $\pm$ 2

* Significativamente diferente em relação ao controle ($p < 0,05$).

Figura 1. Aplicação endovenosa de 0,4 ml de solução fisiológica para verificação e controle das condições hemodinâmicas de ratos anestesiados

Figura 2: Efeitos da aplicação aguda endovenosa de 1 mg do extrato hidroalcoólico de *Allium sativum* sobre a pressão arterial média de ratos anestesiados.

Figura 3: Efeitos da aplicação aguda endovenosa de 1 mg do extrato hidroalcoólico de *Cymbopogon citratus* sobre a pressão arterial média de ratos anestesiados.

Figura 4. Efeitos da aplicação aguda endovenosa da associação de 1 mg *Allium sativum* + 1 mg de *Cymbopogon citratus* sobre a pressão arterial média de ratos anestesiados.

Apêndice G – Exemplo de material recebido pelos alunos – Ativ. Extraclasse III

Efeito da Berinjela sobre coelhos hipercolesterolêmicos

¹Yosemite Sam

¹Biochemistry Department, Warner University, Miami - USA.

Resumo

OBJETIVO: Estudar o efeito do suco da berinjela sobre os lípides plasmáticos e o colesterol tecidual em coelhos hipercolesterolêmicos.

MÉTODOS: Coelhos serão separados em grupos controle (GC), hipercolesterolêmico (GH) e berinjela (GB), (n=10). Os animais do GC serão alimentados com ração normal, o GH e o GB com ração acrescentada de colesterol (0,5%) e gordura de babaçu (10%) durante 30 dias. Ao GB acrescentou-se suco de berinjela, nos últimos 15 dias do experimento. Os lípides plasmáticos serão medidos através de kits enzimáticos.

RESULTADOS: O peso dos animais foi menor no GB em relação ao GC e GH ($p<0,05$). O colesterol total plasmático, as LDL e os triglicérides que se elevaram no GH, reduziram-se em 19%, 29% e 38%, respectivamente no GB ($p<0,05$). O colesterol tecidual foi menor no GB (50%) em relação ao GH ($p<0,05$).

CONCLUSÃO: O suco de berinjela administrado a coelhos hipercolesterolêmicos reduziu significativamente o peso corpóreo, o colesterol total, as LDL plasmáticas, os triglicérides e o colesterol tecidual. E considerando o elevado custo dos medicamentos redutores do colesterol plasmático, esta receita poderia ser recomendada como terapia alternativa em humanos.

Palavras-chave: berinjela, LDL, colesterol, terapia alternativa.

A hipercolesterolemia e sua relação com a doença coronária aterosclerótica tem sido demonstrada em muitos ensaios clínicos. De outro lado, a redução do número de eventos e de mortalidade ou doença coronária, a interrupção ou mesmo a regressão da doença aterosclerótica através de drogas redutoras do colesterol plasmático, também tem sido referida por inúmeros estudos. Os mecanismos envolvidos na redução dos eventos e na mortalidade por doença coronária, quando ocorre diminuição do colesterol plasmático, parecem estar relacionados à reversão da disfunção endotelial e estabilização da placa de aterosclerose, uma vez que não se observa aumento significativo do diâmetro vascular ao nível da placa de aterosclerose.

Mais recentemente, tem-se verificado que as substâncias anti-oxidantes são capazes de reverter a disfunção endotelial provocada pela hipercolesterolemia e também reduzir o número de eventos coronários, embora sua utilização, na prática médica, careça, ainda, de informação mais conclusivas.

Diante destas evidências, a redução do colesterol plasmático e a proteção endotelial colocam-se como importantes providências para o controle da doença aterosclerótica.

Considerando o elevado custo dos medicamentos redutores do colesterol plasmático e a perspectiva de seu uso prolongado, os pacientes têm recorrido a tratamentos alternativos para o controle da hipercolesterolemia. Estes tratamentos têm sido utilizados de forma empírica pela população, carecendo de uma metodologia de estudo que permita conclusões mais confiáveis. Em nosso meio, tem sido usada a berinjela, sob a forma de suco do fruto, ingerido duas ou três vezes ao dia. A ampla utilização da berinjela pela população, de um modo geral, e a importância do melhor conhecimento de seu efeito sobre a hipercolesterolemia e a proteção endotelial, representou o fundamento desta proposta de estudo, que visa verificar o efeito do suco de berinjela sobre o peso corpóreo, os lípides plasmáticos (colesterol total (CT), triglicérides (TG), LDL-colesterol e HDL-colesterol), o colesterol da parede arterial.

Métodos

Serão utilizados coelhos machos, com peso médio de $2.530 \pm 0,10$ g e idade média de oito semanas, separados em três grupos: grupo controle (GC) (n=10); grupo hipercolesterolemia (GC) (n=10) e grupo berinjela (GB) (n=10).

Os coelhos do GC serão alimentados com ração na quantidade de 100g ao dia e com a seguinte composição em g/100: proteínas, 20,00; carboidratos, 45,00; fibras, 16,00; gordura, 5,00; cinzas, 14,00. Os animais dos GH e GB receberam a mesma dieta do GC, enriquecida com colesterol (0,5%) e gordura de babaçu (10%), durante 30 dias. Aos coelhos do GB foram administrados 10mL/dia de suco de berinjela, durante os últimos 15 dias do experimento.

O preparo do suco de berinjela constou de 100g de berinjela e 70mL de água, batidos em liquidificador durante 5min e foi estudado através de análise físico-química de acordo com os métodos oficiais da associação de análises químicas, apresentando as seguintes características: em g/100 - proteínas 0,74; carboidratos 2,72; fibras 0,40; lípides totais 0,34; cinzas 0,26; calorias, 17 calorias.

Não encontramos na literatura referência sobre a dose a ser administrada. Estabelecemos, de forma empírica, a dose de 10mL do suco de berinjela, que corresponde a 0,10g de proteínas. Esta dose foi bem aceita pelos animais em projeto piloto, sem qualquer reação adversa.

A dosagem do CT, LDL, HDL e TG foi realizada em amostras de sangue, obtidas por punção cardíaca, utilizando-se kits enzimáticos e espectrofotômetro da marca Bechman 700.

No final do experimento os animais foram sacrificados, sendo retirada a aorta torácica. O colesterol em anéis de aorta foi medido de acordo com o método de Naito e David. Os espécimes foram secos e homogeneizados a 4°C

em 5mL de tampão TrisHCL, pH 7,4 acrescido de 0,01 NaNO₃. Os lípides totais foram extraídos e homogeneizados em 10 vol de clorofórmio-metanol. O CT foi medido por ensaio enzimático.

Quanto à dosagem da peroxidação lipídica da parede arterial, um segmento da aorta torácica foi homogeneizado com ácido tricloroacético (1g de tecido + 10 vol TCA 20%). Após centrifugação, foi acrescentado um volume de ácido tiobarbitúrico 0,67% e a mistura aquecida a 100°C por 20min. A concentração de malondialdeído (MDA) foi calculada pela absorbância de 532nm, utilizando-se um coeficiente de extinção de $1,49 \times 10^{-5}$ expresso em mol/L/mg de tecido $\times 10^{-7}$.

Com relação à dosagem da peroxidação lipídica das LDL, amostras de sangue foram coletadas em tubos plásticos com EDTA a pH 7,4 e centrifugadas a 3.000rpm por 15min a 10°C. Este procedimento remove todos os resíduos celulares e é obtido um plasma completamente claro. O método utiliza o procedimento de Havel e col que consiste em dois passos seqüenciais de ultracentrifugação por 48h. Inicialmente, 4mL de plasma é centrifugado a 40.000rpm por 18h (ultracentrífuga Beckman, mod L-8) para retirar os quilomícrons e VLDL. Com uma pipeta Pasteur são retiradas estas lipoproteínas e a densidade ajustada para 1,063g/mL com KBr sólido. Outra centrifugação a 40.000rpm durante 20h, permitirá isolar as LDL, que serão coletadas com uma pipeta de ponta fina, para sua caracterização e oxidação.

O colesterol das LDL isoladas foi determinado através de *kit* enzimático da Boehringer Mannheim, Germany. A proteína foi quantificada pelo método de Lowry. A oxidação da LDL foi realizada mediante incubação de 100µg de proteína/mL em tampão fosfato-salino 1mM, pH 7,4 em presença de sulfato de cobre (5mM) a 37°C, por 24h. A dosagem de TBARS consistiu em colocar em um tubo de ensaio, 150µg de proteína de LDL, completando para um volume de 500µg, na presença de 1mL de ácido tiobarbitúrico 0,67% e 0,3mL de ácido tricloroacético a 50%. Após aquecimento a 100°C por 30min, o teor das substâncias reativas com ácido tiobarbitúrico foi determinado pelo método de Buege e Aust, com leitura a 532nm de absorbância.

Anéis da aorta de aproximadamente 5mm foram obtidos tomando-se especial cuidado para manter intacto o endotélio. O endotélio foi mecanicamente removido em igual número de anéis de aorta, atritando-se à superfície endotelial do vaso com uma pequena cureta. Os anéis foram suspensos em uma solução de Krebs-Henseleit a 37° e pH 7,4 em uma cuba de 10mL. A solução foi continuamente aerada com mistura de carbogênio contendo 95% de oxigênio e 5% de gás carbônico. Os anéis de aorta foram montados em dois ganchos de metal ligados a um suporte da cuba e a um transdutor de força. Os espécimes foram deixados em equilíbrio por 60min, com troca do Krebs a cada 20min. Em seguida foram distendidos a uma tensão basal de 1g. Todos os anéis de aorta, com e sem endotélio, foram contraídos com NE (10^{-7} M). Depois que a contração estabilizou-se, ACh foi adicionada de forma cumulativa (10^{-8} a 10^{-5} M). O mesmo procedimento foi realizado para os anéis de aorta nos quais o endotélio foi removido.

Acetilcolina, nitroprussiato de sódio, norepinefrina e as substâncias da solução de Krebs-Henseleit foram obtidos de Sigma Co. (St Louis, MO). O colesterol empregado na dieta da Amresco (Solon, Ohio) e a gordura de coco de babaçu da Refino de Óleos Brasil Ltda.

Resultados

Os valores do peso corpóreo, do perfil lipídico, do MDA das LDL nativas, oxidadas e da parede da aorta, do colesterol tecidual e do relaxamento máximo dependente do endotélio estão expressos na tabela 1.

Verificou-se que o peso corpóreo dos animais hipercolesterolêmicos tratados com berinjela, foi significativamente menor que dos animais dos GC e GH. Os valores do CT plasmático, LDL, VLDL e os TG aumentaram significativamente no GH quando comparado com o GC. Os valores do colesterol total, LDL e dos TG reduziram-se significativamente nos animais do GB, quando comparados com o GH. Não houve diferença significativa para os valores das VLDL e HDL entre os grupos H e B (fig. 1).

Os valores do MDA das LDL-nativas e oxidadas aumentaram significativamente nos animais do GH em relação ao GC e reduziram-se significativamente nos animais do GB, quando comparados com o GH (fig. 2). O teor de MDA da parede da aorta elevou-se no GH, quando comparado com o GC, e reduziu-se em relação ao GB (fig. 3). O colesterol da aorta que elevou-se significativamente no GH, quando comparado ao GC, reduziu-se em relação ao GB (fig. 4). A comparação das curvas de concentração-efeito com acetilcolina, entre os animais do GH e o GC, revelou redução do percentual de relaxamento dependente do endotélio no GH. Entretanto, observou-se aumento do percentual de relaxamento dependente do endotélio para o GB quando comparado com o GH. Não houve diferença entre os grupos C, H e B quando as curvas de concentração-efeito foram obtidas com o nitroprussiato. A tensão de contração com noradrenalina não foi diferente nos três grupos estudados. Apesar de não terem sido observadas diferenças nas quantidades de alimento consumidas pelos três grupos durante o período de estudo, verificou-se que o peso dos animais hipercolesterolêmicos tratados com berinjela foi menor.

Tabela I - Valores médios e desvio padrão dos parâmetros estudados

	GH	GB	CG
Coelhos (n)	10	10	10
Peso (kg)	2,98±0,098 ^a	2,22±0,14 ^b	2,95±0,08 ^a
CT (mg/dL)	1360,51±159,22 ^a	1097,70±315,53 ^b	59,60±5,39 ^c
VLDL (mg/dL)	410,53±42,50 ^a	435,89±130,07 ^a	8,92±2,22 ^b
LDL (mg/dL)	841,33±240,62 ^a	595,87±207,06 ^c	16,91±2,40 ^c
HDL (mg/dL)	49,19±4,63 ^a	54,76±15,32 ^a	32,85±5,15 ^b
TG (mg/dL)	326,54±78,61 ^a	203,41±36,26 ^b	119,00±35,26 ^c
MDA-LDL oxidada	57,23±5,26 ^a	44,67±7,42 ^b	31,21±5,06 ^c
MDA-LDL nativa	3,31±0,65 ^a	1,45±0,92 ^b	1,49±0,46 ^b
MDA-aorta	9,19±0,94 ^a	6,43±0,43 ^b	5,20±0,61 ^c
Col. tecidual	30,71±2,06 ^a	15,35±2,58 ^b	21,44±4,37 ^b
Tensão	1,37±0,28	1,60±0,12	1,50±0,39
Relaxamento máx.	49,37±5,55 ^a	63,34±6,05 ^b	92,11±6,05 ^c

CT - colesterol total; TG - triglicérides; MDA-LDL nativa a oxidada - nanomoles de malondialdeído/mg de proteína de LDL; MDA-aorta - nanomoles de malondialdeído/mg de tecido, col. tecidual - colesterol da aorta (mg/mg); relaxamento máx - relaxamento máximo dependente do endotélio. Letras distintas indicam diferença significante entre grupos ($p < 0,05$). Teste: Kruskal-Wallis.

Fig. 1 - Lipídeos plasmáticos. Valores expressos em mg/dL representando média e desvio padrão. CT - colesterol total; LDL-C - lipoproteína de baixa densidade; HDL-C - lipoproteína de alta densidade; VLDL-C - lipoproteína de muito baixa densidade; TG - triglicérides; N - grupo controle; H - grupo hipercolesterolemia; B - grupo berinjela. * $p < 0,05$ do controle (N); * $p < 0,05$ entre GH e GB.

Fig. 3 - Valores médios e desvio padrão do colesterol da aorta. Os valores estão expressos em mg/mg; N - grupo controle; H - grupo hipercolesterolemia; B - grupo berinjela; * $p < 0,05$ para o controle (N); * $p < 0,05$ entre GH e GB.

Fig. 4 - Curvas do relaxamento-dependente do endotélio em resposta à acetilcolina (ACh) após contração com norepinefrina (NE). A abscissa refere-se à concentração (log M) de acetilcolina e a ordenada ao relaxamento expresso como percentual da contração à NE (10^{-7} M); N - grupo controle; H - grupo hipercolesterolemia; B - grupo berinjela; * $p < 0,05$ em relação ao controle (N); * $p < 0,05$ entre GH e GB.

Fig. 2 - Concentração média e desvio padrão de malondialdeído (MDA) das LDL-nativas, oxidadas (A) e da parede arterial (B). Os valores estão expressos em nmol/mg de proteína e nmol/mg tecido. LDL-N - LDL nativa; LDL-ox - LDL oxidada; N - grupo controle; H - grupo hipercolesterolemia; B - grupo berinjela; * $p < 0,05$ em relação ao controle (N); * $p < 0,05$ entre GH e GB.

Discussão

A administração da dieta enriquecida com colesterol a 0,5% e gordura de coco de babaçu a 10%, a coelhos durante 30 dias, mostrou acentuada elevação do CT plasmático (2183%), das LDL (4875%), das VLDL (4512%), das HDL (52%) e dos TG (174%), quando comparado aos animais que receberam ração normal. Os valores do MDA das LDL nativas e oxidadas *in vivo* através da exposição ao Cu^{++} , também se elevaram a valores de 122% e 83%, respectivamente. O teor de MDA da parede da aorta elevou-se em 77%. O colesterol da parede da aorta aumentou 43%. Em consequência, ocorreu redução do percentual de relaxamento das curvas de concentração efeito com acetilcolina, sendo que o relaxamento máximo decresceu em 46%. Estes achados estão em acordo com experimentos relatados na literatura e reafirmam que a hipercolesterolemia acentua a peroxidação lipídica e compromete a função endotelial.

Nos animais hipercolesterolêmicos tratados com suco de berinjela por 15 dias, observou-se redução significativa do CT plasmático em 19%, quando comparado com o GH. O colesterol VLDL e o HDL não apresentaram

modificações significantes. O colesterol LDL reduziu-se em 29% e os TG em 38%. O MDA das LDL-oxidadas reduziu-se em 22% e o das LDL nativas em 56%. O colesterol tecidual reduziu-se significativamente em 50%, o MDA tecidual em 30% e o aumento do relaxamento máximo dependente do endotélio foi de 28%.

Não há referência na literatura pesquisada, sobre o efeito do suco de berinjela nos parâmetros analisados neste estudo, em animais de experimentação. Mitschek GH estudou o efeito da berinjela sobre a aterosclerose experimental e concluiu, através de estudo histológico, que as alterações da parede arterial, com alargamento do espaço subendotelial, edema e presença de gotículas de lípidos observados em coelhos hipercolesterolêmicos apareciam apenas como discreto edema no grupo tratado com berinjela. Em nota prévia, Cruz e col relataram o efeito da berinjela crua, liqüefeita com suco de laranja, administrada a pacientes hipertensos e descreveram uma redução do CT plasmático, das frações LDL e VLDL sem alteração dos valores da HDL.

A berinjela é uma planta da família das solanáceas, rica em vitaminas A, B1, riboflavina, niacina e ácido ascórbico. Para explicar a redução do colesterol plasmático, Kritchvsky e col sugerem que ocorre inibição na absorção do colesterol, por ligação de algum componente da berinjela com sais biliares essenciais na absorção intestinal do colesterol. A presença da niacina, também, pode influir na redução do colesterol plasmático. A diminuição da peroxidação lipídica, observada nesse estudo, sugere o envolvimento de outras substâncias, cujos mecanismos de ação não constituem objeto deste trabalho. A redução do colesterol tecidual deve estar relacionada não só a diminuição do colesterol plasmático, mas também à redução da peroxidação lipídica das LDL nativa, oxidadas e da parede arterial.

Com a intenção de avaliar a intensidade do efeito do suco de berinjela, comparamos o seu percentual de ação com outras drogas redutoras do colesterol. Em outro estudo experimental, analisamos o efeito da pravastatina e da simvastatina em coelhos hipercolesterolêmicos, mas, em que as drogas foram administradas por um período de quatro semanas, em doses equivalentes de 10 e 15mg/dia para a simvastatina e a pravastatina, respectivamente. O CT elevou-se em 2641% no GH e reduziu-se a valores percentuais de 58 e 57 para a simvastatina e a pravastatina, respectivamente. As LDL que elevaram-se a valores de 4796% no GH reduziram-se a percentuais de 64 e 63 para os grupos simvastatina e pravastatina, respectivamente. Os triglicérides diminuíram em 11% para a simvastatina e a pravastatina. Embora a comparação entre o tratamento com a berinjela e os inibidores da HMGCoA redutase difira no tempo de administração das substâncias, permite uma visão geral sobre suas intensidades de ação. Para níveis similares de elevação do colesterol plasmático, a simvastatina e a pravastatina são muito mais efetivas em reduzir o CT e LDL plasmáticos. Entretanto, os TG diminuíram mais evidentemente com o tratamento com a berinjela. Resta considerar a equivalência entre a dose utilizada nos animais tratados com berinjela, simvastatina e pravastatina. É possível que doses mais concentradas do suco de berinjela implementassem maior redução de CT. É importante assinalar que o suco de berinjela aumentou em 28% o relaxamento máximo dependente do endotélio e a pravastatina em 23% não havendo modificação significativa para a simvastatina neste modelo de estudo. É possível que a ação mais evidente sobre o relaxamento dependente do endotélio observada nos animais tratados com a berinjela seja conseqüente não só da redução da hipercolesterolemia mas também de um efeito antioxidante sobre as LDL nativas, oxidadas e da parede arterial. Entretanto, não estudamos no experimento relatado, a eventual ação antioxidante da simvastatina e pravastatina.

A redução do peso corpóreo nos animais tratados com o suco de berinjela foi interpretado como conseqüente ao elevado teor de fibras encontrado na berinjela.

Os resultados deste estudo permitem concluir que o suco de berinjela, nas condições da experimentação, representa um tratamento alternativo e de baixo custo para as hipercolesterolemias, melhorando o perfil plasmático, o colesterol tecidual, a peroxidação lipídica das LDL nativas oxidadas e da parede arterial e provocando uma significativa proteção sobre o endotélio vascular.

Apêndice H – Roteiro utilizado inicialmente na Aula 10: Rev. bibliográfica.

Aula 10: Revisão bibliográfica (Sala Multimídia – Bloco 1 superior)

Como busca da verdade, a ciência se equipara à arte, não lhe é superior. Mas, como técnica, a ciência, ainda que possa ter pequeno valor intrínseco, tem uma importância prática a que a arte não pode aspirar (trecho do livro *A perspectiva científica*, Bertrand Russell, 1977).

Primeira parte da aula

Haverá a demonstração, em sala, de uma busca em alguns *sites* especializados (Pubmed, Web of Science, Scholar Google, CAPES) e outro não (Google). Também serão verificados os significados das expressões *índice de impacto* e *índice de citações*, quando relativos a artigos científicos (*papers*).

Além da revisão bibliográfica, serão trabalhadas as seguintes questões:

1. Publicar um artigo científico é o mesmo que publicar um classificado?
2. Este artigo pode ser encontrado em duas ou mais revistas?
3. Quais são as maneiras de se encontrar um trabalho científico?
4. Pela internet, onde podemos encontrá-los?
5. O que é importante para realizar uma busca eficaz?
6. Que tipo de trabalho seria melhor encontrar quando se deseja obter informações atuais sobre um determinado assunto?

Segunda parte da aula

Posterior à demonstração em aula, os alunos deverão obter artigos a respeito do tema escolhido, mais importantes, na íntegra, e estudá-los cuidadosamente, prestando atenção para os objetivos e conclusões dos trabalhos.

De posse dessas informações, devem ser estabelecidas as questões mais relevantes que permanecem em aberto sobre o tema, mas passíveis de serem abordadas com o uso da tecnologia e do conhecimento disponíveis atualmente.

Exercícios

1. A pergunta relativa ao tema escolhido já foi respondida?
2. Existem muitas referências a respeito do tema escolhido? Estas deverão ser listadas com o título do trabalho, seus respectivos autores e nome da revista.
3. Quais são as questões mais relevantes que permanecem em aberto sobre o tema, mas passíveis de serem abordadas com o uso da tecnologia e do conhecimento disponíveis atualmente?
4. Fazer uma breve análise do que já se sabe sobre o tema.

Exercício extraclasse - Atividade IV: Revisão bibliográfica

Entregar os exercícios iniciados na segunda parte da aula impressos e via e-mail.

Apêndice J – Avaliação da disciplina presencial

Avaliação da disciplina QBQ 2006: Introdução à Ciência

Atenção: Não é necessária a sua identificação.

*Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indeciso ou Indiferente (I),
Discordo (D), Discordo Fortemente (DF).*

Argumente as questões com * no verso e faça uma análise crítica do curso.

	Análise da disciplina	CF	C	I	D	DF
1	Esta disciplina favorece um amadurecimento do aluno à pesquisa.					
2	Ficou claro o significado de Ciência.					
*3	Sua visão de Ciência foi alterada.					
*4	Os assuntos abordados deixaram-no(a) mais crítico(a) quanto às informações e resultados.					
5	O uso de artigos científicos em uma disciplina curricular permite uma visão de ciência semelhante à obtida nesta disciplina.					
6	Esta disciplina desenvolveu conhecimentos básicos necessários à escrita de projetos de pesquisa.					
7	Esta disciplina familiarizou-o(a) com as publicações científicas.					
*8	A forma de ler uma publicação científica mudou após cursar esta disciplina.					
*9	Houve mudança na proposição de perguntas a serem investigadas experimentalmente.					
10	As estratégias empregadas nesta disciplina foram apropriadas para obter os objetivos pretendidos.					
11	Os grupos de estudo e discussão auxiliaram a aprendizagem.					
12	O curso seria melhor se fosse dado exclusivamente com aulas expositivas.					
13	A carga horária da disciplina foi suficiente.					
14	As atividades extra-classe auxiliaram no entendimento dos conteúdos.					
15	Os prazos para entrega das atividades extra-classe foram adequados.					
16	Os objetivos desta disciplina ficaram claros.					
17	Houve sucesso na introdução das formas de fazer e divulgar ciência e nos procedimentos para obter financiamento.					
*18	Esta disciplina permitiu uma progressiva autonomia intelectual.					
19	Você se sentiu motivado com os assuntos abordados.					
20	Os professores motivaram-no ao aprendizado.					
21	Você se sentiu à vontade para expor suas dúvidas.					
22	No final de cada aula suas dúvidas foram esclarecidas.					
23	As aulas na Sala Multimídia foram proveitosas.					
24	Esta disciplina atingiu as suas expectativas.					
25	Seu interesse pelo estudo científico foi aumentado.					
26	Seria conveniente aprofundar seus conhecimentos em Ciência em uma disciplina adicional.					
27	Você recomendaria esta disciplina para seus colegas.					
28	Você retiraria algum conteúdo? (Indique no verso)					
29	Você acrescentaria algum conteúdo? (Indique no verso)					
30	Há continuidade entre os assuntos.					
31	Seus conhecimentos anteriores foram suficientes para acompanhar esta disciplina.					

32	Esta disciplina é importante na sua formação.					
33	Os conteúdos abordados têm relação com a sua formação.					
*34	Esta disciplina contribui a uma formação científica.					
35	Esta disciplina é importante na formação de qualquer graduando.					
36	Você acredita que esta disciplina deva ser: () mantida como está; () ampliada () reduzida; () excluída.					

Análise do Material Didático

Concordo Fortemente (**CF**), Concordo (**C**), Indeciso ou Indiferente (**I**),
Discordo (**D**), Discordo Fortemente (**DF**).

		CF	C	I	D	DF
37	Aula 1: O texto é claro e os exercícios complementam a leitura.					
38	Aula 2: O texto é claro e os exercícios complementam a leitura.					
39	Aula 3: O roteiro foi eficiente na apresentação da metodologia científica e os exercícios complementam a leitura.					
40	Aula 3: O experimento das caixas foi bem sucedido na diferenciação entre observação e interpretação.					
41	Aula 4: Os textos foram bem escolhidos.					
42	Aula 4: Os exercícios possibilitam a diferenciação entre os textos .					
43	Aula 5: O texto é claro e os exercícios complementam a leitura.					
44	Aula 6: Os exercícios possibilitaram a diferenciação e o uso da dedução e da indução.					
45	Aula 7: O exercício proposto em sala foi eficiente na apresentação do assunto referagem.					
46	Aula 8: Ficou claro a necessidade da especificação do problema a ser investigado cientificamente.					
47	Aula 9: A exposição e a discussão sobre a Evolução da Ciência foram eficientes.					
48	Aula 10: A revisão bibliográfica foi facilitada após esta aula.					
49	Aula 11: O desenvolvimento da metodologia foi facilitado após esta aula.					
50	Aula 12: A apresentação oral melhorou a escrita do projeto.					
51	Aula 12: Assistir a apresentação oral dos grupos estimulou a minha capacidade de análise crítica.					
52	Aula 13: O conhecimento sobre financiamentos de pesquisas foi aumentado.					
53	Aula 14: Foi interessante analisar os resultados sugeridos ao meu projeto.					

Dê uma nota de zero a dez para a disciplina: _____.

Além de discutir as questões com *, favor dar sugestões e fazer uma análise crítica do curso. Sua opinião é muito importante para nós. Muito obrigado.

Apêndice K – Avaliação da disciplina à distância

Avaliação da disciplina IC01 - Introdução à Ciência FFFCMPA/USP

Concordo Fortemente **(CF)**, Concordo **(C)**, Indeciso ou Indiferente **(I)**,
Discordo **(D)**, Discordo Fortemente **(DF)**.

Por favor, faça uma análise crítica do curso e argumente as questões com asterisco*.

Análise da disciplina						
		CF	C	I	D	DF
*1	Há diferença entre o conhecimento científico e o conhecimento de senso comum.					
2	Ficou claro o significado de Ciência.					
*3	Sua visão de Ciência foi alterada.					
*4	Os assuntos abordados deixaram-no(a) mais crítico(a) quanto às análises de informações e resultados.					
*5	A forma de ler uma publicação científica mudou após cursar esta disciplina.					
6	A forma de ler qualquer publicação mudou após cursar esta disciplina.					
7	Esta disciplina familiarizou-o(a) com as publicações científicas.					
*8	As estratégias empregadas nesta disciplina foram apropriadas.					
9	Foi melhor ler o conteúdo e fazer os exercícios da aula antes de começá-la.					
10	O curso seria melhor se fosse dividido em 2 dias por semana.					
11	A carga horária da disciplina foi suficiente.					
12	O tempo destinado a cada aula (não ao curso) foi apropriado.					
13	As discussões no chat auxiliaram a aprendizagem.					
14	A plataforma <i>moodle</i> é de fácil utilização.					
15	As atividades extraclasse auxiliaram no entendimento dos conteúdos.					
16	Os prazos para entrega das atividades extraclasse foram adequados.					
17	Houve sucesso na introdução das formas de fazer e divulgar ciência.					
*18	Esta disciplina permitiu uma progressiva autonomia intelectual.					
19	Os objetivos desta disciplina ficaram claros.					
20	Você se sentiu motivado com os assuntos abordados.					
21	O professor motivou-o ao aprendizado.					
22	Você se sentiu à vontade para expor suas dúvidas.					
23	No final de cada aula suas dúvidas foram esclarecidas.					
24	Esta disciplina atingiu as suas expectativas.					
25	Seu interesse pelo estudo científico foi aumentado.					
26	Seria conveniente aprofundar seus conhecimentos em Ciência em uma disciplina adicional.					
27	Você recomendaria esta disciplina para seus colegas.					
*28	Você retiraria algum conteúdo?					
*29	Você acrescentaria algum conteúdo?					
30	Há continuidade entre os assuntos.					
31	Seus conhecimentos anteriores foram suficientes para acompanhar esta disciplina.					
32	Esta disciplina é importante na sua formação.					
33	Os conteúdos abordados têm relação com a sua formação.					
*34	Esta disciplina contribui a uma formação científica.					
35	Esta disciplina é importante na formação de qualquer graduando.					

36	Você acredita que esta disciplina deva ser: () mantida como está; () ampliada; () reduzida; () excluída.	
----	---	--

Auto-avaliação

Concordo Fortemente (**CF**), Concordo (**C**), Indeciso ou Indiferente (**I**), Discordo (**D**), Discordo Fortemente (**DF**).

		CF	C	I	D	DF
37	Li o programa da disciplina antes de iniciá-la.					
38	Li o programa da disciplina durante a mesma.					
39	Li o conteúdo da aula e fiz as atividades propostas.					
40	Participei efetivamente nas discussões (<i>chat</i>).					
41	Tirei as dúvidas sempre que apareciam.					
*42	Esta disciplina mudou a minha concepção sobre Ensino à Distância.					

43. O que o levou a se inscrever nesta disciplina à distância?

Análise do Material Didático

Concordo Fortemente (**CF**), Concordo (**C**), Indeciso ou Indiferente (**I**), Discordo (**D**), Discordo Fortemente (**DF**).

		CF	C	I	D	DF
44	Aula 1: O texto é claro e os exercícios complementam a leitura.					
45	Aula 2: O texto é claro e os exercícios complementam a leitura.					
46	Aula 3: O roteiro foi eficiente na apresentação da metodologia científica e os exercícios complementam a leitura.					
47	Aula 4: Os textos foram bem escolhidos.					
48	Aula 4: Os exercícios possibilitam a diferenciação entre os textos .					
49	Aula 5: O texto é claro e os exercícios complementam a leitura.					
50	Aula 5: O roteiro foi eficiente na apresentação da dedução e indução e os exercícios complementam a leitura.					
51	Aula 6: O roteiro e o exercício proposto em aula foram eficientes na apresentação do assunto referagem.					

Dê uma nota de zero a dez para a disciplina: _____.

Além de discutir as questões com *, favor dar sugestões e fazer uma análise crítica do curso. Sua opinião é muito importante para nós. Muito obrigado.

Apêndice L – Atividade de análise do sucesso no alcance aos objetivos propostos.

Alimentos podem apimentar romance

Ciência confirma a ação de ingredientes afrodisíacos

Comida sexy

Alimentos que ajudam a elevar a temperatura do casal

▲ **Pimenta:** eleva a temperatura do corpo e ativa a circulação sanguínea

▲ **Alho:** um dos afrodisíacos mais populares da Antiguidade, usado por gregos e romanos. Melhora a digestão e estimula a circulação sanguínea.

NO DIA DOS NAMORADOS, até a comida precisa transpirar romance. Para tanto, não são poucos os casais que lançam mão de alimentos afrodisíacos, que estimulam o apetite sexual. Mas o que é mito e o que é verdade nessa seara?

Desde a Grécia antiga, alimentos são usados para melhorar a performance sexual do casal – o nome “afrodisíaco” é uma referência à deusa do amor da mitologia grega, Afrodite, nas-

▲ **Ostras e frutos do mar:** ricos em zinco, que estimula a produção de testosterona. Peixes têm ainda vitamina B3, que leva mais sangue aos genitais.

▼ **Castanha-do-pará:** muito rica em selênio, mineral que ajuda a combater câncer de próstata e de útero. Aumenta a fertilidade masculina. Também ajuda a regular a produção hormonal.

▲ **Frutas** (especialmente as cítricas): sua vitamina C tem função antioxidante, que protege o sêmen. Revigora a fertilidade

▲ **Aspargos e amendoins:** também têm vitamina B3 e estimulam a irrigação sanguínea dos genitais.

▲ **Salmão e semente de linhaça:** o ácido graxo ômega 3 tem função antiinflamatória e melhora o fluxo sanguíneo, beneficiando a região reprodutiva.

▲ **Catuaba:** a erva, sinônimo de afrodisíaco no Brasil, tem comprovadamente função vasodilatadora e estimulante.

▲ **Laticínios e chocolate:** aqui, a estrela é a arginina, que libera óxido nítrico e ajuda a manter o pênis ereto.

▲ **Caviar:** as ovas são ricas em vitaminas A, C, PP, B2, B6 e B12. Tem baixo teor de gordura e alta quantidade de minerais, incluindo zinco.

▼ **Tomate e goiaba:** o licopeno ataca radicais livres e melhora a circulação

cida da espuma do mar.

O alho é um dos primeiros “estimulantes” sexuais conhecidos. Modernamente, a ciência comprovou seu efeito vasodilatador, que auxilia na ereção masculina. Isso sem contar suas propriedades digestivas, também importantes para relaxar o casal.

Outras especiarias, como a erva catuaba, o amendoim e o ginseng, também são associadas a sensações mais intensas de prazer.

Estudos científicos aumentam o catálogo de ingredientes ditos afrodisíacos dia a dia – há os que elevam a temperatura corporal, os que ajudam a manter a ereção, os que mantêm a fertilidade em alta, os que estimulam a vasodilatação nos genitais masculinos e femininos (veja quadro).

Outra característica importante dos afrodisíacos é sua excentricidade – sai de cena o arroz com feijão, literalmente, e entram o gengi-

bre, a pimenta e as ostras.

Mas nada disso funciona se o parceiro for ruim, a música, incômoda, o ambiente, desconfortável.

Especialistas ressaltam a importância de outros elementos para criar uma experiência excitante. Assim, a decoração dos pratos, a música, os perfumes e o ambiente da refeição são fundamentais.

RENATO ESSENFELDER
bemestar@publimetro.com.br

1

¹ Essenfelder, R., Alimentos podem apimentar romance, Jornal PubliMetro, SP, 12/06/07, p.16. [on line] Disponível na Internet via WWW. URL: http://metropoint.metro.lu/20070612_MetroSaoPaulo.pdf (05.09.08)

1ª parte da atividade

Questões recebidas e respondidas individualmente pelos alunos.

Não é necessária a sua identificação.

Esta atividade é parte de um projeto de pesquisa. Favor responder as questões de maneira completa, fornecendo o máximo de informação possível à sua explicação. Muito obrigado pela sua colaboração.

1. Quais são os pontos positivos e negativos do texto “Alimentos podem apimentar romance”?
2. Esse trabalho pode ser categorizado como: (1) artigo original, (2) artigo de revisão, (3) divulgação científica ou (4) não se enquadra nestas categorias? Que critérios foram usados para essa escolha?
3. O que caracteriza um artigo científico?
4. Se você necessitasse de informações científicas sobre “*alimentos afrodisíacos*”, que sites da internet você consultaria?

Comentários sobre o texto ou sobre a atividade, favor utilizar o verso.

Muito obrigado por sua colaboração.

2ª parte

Questão recebida e respondida individualmente pelos alunos.

Não é necessária a sua identificação.

Esta atividade é parte de um projeto de pesquisa. Favor responder a questão abaixo de maneira completa, fornecendo o máximo de informação possível à sua explicação. Muito obrigado pela sua colaboração.

1. O texto convenceu de que alimentos podem apimentar um romance? Por que?

Apêndice M - Pôster vencedor do prêmio SBBq Award.

DIFFERENTIATING OBSERVATION FROM INTERPRETATION

Avila Jr., P.; Torres*, B.B.

Biochemistry Department of the Institute of Chemistry, University of São Paulo (IQ-USP), São Paulo, Brazil

support: CAPES

*e-mail: bayardo@iq.usp.br

INTRODUCTION

Be informed requires much more than access to information. It is necessary to know how to select informations and how to articulate them in the resolution of a problem. Scientific communication consists in the presentation of observations and their interpretation. Critical reading of papers verifies the exactness of observations but allows alternative interpretations. Scientific education demands therefore the ability of differentiating observation from interpretation to distinguish correlation from causal relationships. Observation is the gathering of information through the senses or intermediated by instruments. The use of experimental activities awakes the interest, increases the learning capacity and helps the improvement of scientific reasoning. Simple and low-cost activity as herein described can be easily employed to develop those skills. As a part of the course *Introduction to Science, QBQ2006*, at the Biochemistry Department of the IQ-USP, an activity was developed and implemented aiming to describe the different ways of obtaining information and to develop the ability of differentiating observation from interpretation, which is by no means trivial.

ABSTRACT

Be informed requires much more than access to information. It is necessary to know how to select informations and how to articulate them in the resolution of a problem. Scientific communication consists in the presentation of observations and their interpretation. Critical reading of papers verifies the exactness of observations but allows alternative interpretations. Scientific education demands therefore the ability of differentiating observation from interpretation to distinguish correlation from causal relationships. Observation is the gathering of information through the senses or intermediated by instruments. As a part of the course *Introduction to Science, QBQ2006*, at the Biochemistry Department of the IQ-USP, an activity was developed and implemented aiming to describe the different ways of obtaining information and to develop the ability of differentiating observation from interpretation, which is by no means trivial. In this activity five boxes containing various objects were presented to students and they were asked to describe the contents of each box. The boxes were built in such a way to allow only the use of vision (Box 1), tact (Box 2), audition (Box 3), or an instrument (Box 4). All forms of observation could be used on Box 5, containing gypsum and water in a recipient. The answers given by students indicate a strong tendency to interpret in stead of observing, particularly on Box 1. In subsequent discussion, the students were asked to distinguish in their own answers the observations from interpretations. Evaluation of the activity showed that 91% of the students agreed that it was successful in clarifying the difference between observation and interpretation.

Keywords: scientific methodology, Science, observation and interpretation.

OBJECTIVES

To describe the different ways of obtaining information and to develop the ability of differentiating observation from interpretation.

PROCEDURES

In this activity five boxes containing various objects were presented to students and they were asked to describe the contents of each box. The boxes were built in such a way to allow only the use of vision (Box 1), tact (Box 2), audition (Box 3), or an instrument (Box 4). All forms of observation could be used on Box 5, containing gypsum and water in a recipient.

RESULTS

The answers relating to each box are shown in table 1 and evaluation of this activity is presented in table 2.

Table 1: Answers to each of the boxes by each team.

Team	Box 1
1	"Insect yellow exoskeleton; wrinkled dry leaf; slightly rounded, shiny black stone; a little piece rose colored branch / soil"
2	"Dead things: exoskeleton; tree bark; dry leaves and a stone"
3	"Stone; dry leaf; splinter of tree; exoskeleton and dirt"
4	"Cicada exoskeleton; a dry leaf; a stone; a dirty branch with soil"
5	"A stone; a dry wrinkled leaf; exoskeleton of an insect and a piece of a tree bark"
	Box 2
1	"Probably electrical wire and two cork stopper-shaped objects"
2	"A wire; two cylinders; and piece of tow cloth"
3	"Cylinder (tube) and a cork stopper"
4	"Two wires; 2 wood cylinders, one higher than the other; and something soft, perhaps a tow"
5	"Two cork stoppers, one greater than the other; a piece of wire and a cloth"
	Box 3
1	"Foam; solid object; metallic sound"
2	"Something made of glass and something made of foam rubber"
3	"Metal and a sponge like material"
4	"There are 2 objects, each one in each box corner; one is soft, a foam rubber; the other is rigid and, probably, made of metal or glass"
5	"Only in a specific location of the box there seems to be a sponge like material and in another region a glass object"
	Box 4
1	"2 solid objects: 1 of them rolls in one direction but not at 90 degrees - so it must be round - the other does not roll, they have different mass"
2	"Two objects: one may be a ball and the other may be something plan"
3	"Object with wheels (toy car)"
4	"There are two objects, one is more round than the other; perhaps a cylinder"
5	"There are two objects inside the box with a flat surface"
	Box 5
1	"White mass almost dry inside; white plastic glass and a wooden stick"
2	"A glass with white liquid (heterogeneous mixture) and a stick"
3	"A mass to fix tiles"
4	"White wet clay"
5	"A glass with a pasty solution that smells bad, it looks like a mass to fix tiles or lime"

Table 2: Individual answers of Introduction to Science Discipline evaluation (n = 22)

SA = strongly agree, A = agree, U = undecided or indifferent, D = disagree; SD = strongly disagree					
Statement	SA (%)	A (%)	U (%)	D (%)	SD (%)
The box activity has been successful in differentiating between observation and interpretation	59	32	9	0	0

Box 1

Box 4

Box 2

Box 5

Box 3

DISCUSSION

The answers given by students indicate a strong tendency to interpret in stead of observing, particularly on Box 1. In subsequent discussion, the students were asked to distinguish in their own answers the observations from interpretations. Evaluation showed that 91% of the students agreed that the activity was successful in clarifying the difference between observation and interpretation.

CONCLUSION

The use of this experiment was very efficient in its purpose, and the goals have been achieved with great success.

REFERENCES

- Giordan M. (1999) O papel da experimentação no ensino de ciências, Química Nova na Escola, n.10, novembro, p.43-9
- Valadares, E.C. (2001) Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade, Química Nova na Escola, n.13, maio, p.38-40.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Texto complementar utilizado nas disciplinas à distância.

Anexo 2 – Original utilizado na construção da Atividade Extraclasse I.

Anexo 3 – Original utilizado na construção da Atividade Extraclasse II.

Anexo 4 – Original utilizado na construção do Apêndice F.

Anexo 5 – Resultados PADIQ – 2º oferecimento da disciplina presencial.

Anexo 6 – Resultados PADIQ – 3º oferecimento da disciplina presencial.

Anexo 7 – Resultados PADIQ – 4º oferecimento da disciplina presencial.

Anexo 1 – Texto complementar utilizado nas disciplinas à distância.

REVISÃO

UTENSÍLIOS PARA ALIMENTOS E IMPLICAÇÕES NUTRICIONAIS

FOOD UTENSILS AND NUTRITIONAL IMPLICATIONS

Késia Diego QUINTAES¹

RESUMO

Há grande variedade de materiais empregados na confecção de utensílios para os alimentos: barro, ferro, vidro, cerâmica, inox, pedra, alumínio e outros. Cerca de 43% de panelas vendidas atualmente nos Estados Unidos são de aço inoxidável. Outra parcela da população utiliza utensílios de alumínio. Este artigo visa especular a contribuição nutricional de utensílios usados na preparação de alimentos e feitos de três diferentes materiais (alumínio, ferro e aço inoxidável), através de revisão de literatura científica.

Termos de indexação: utensílios de alimentação e culinária, ferro, alumínio, inox, níquel, cromo.

ABSTRACT

Many materials are used to make food utensils: clay, iron, glass, pottery stainless steel, stone, aluminum, etc. Stainless steel utensils account for 43% of cookware sold in the USA. Another part of the population uses aluminum utensils. This article aims at speculating on the nutritional contribution of utensils used for food preparation and made from three different materials (aluminum, iron and stainless steel), through a review of scientific literature.

Index terms: cooking and eating utensils, iron, aluminum, stainless steel, nickel, chromium.

INTRODUÇÃO

É impraticável pensar na Nutrição isolada dos utensílios para alimentos, uma vez que estes são indispensáveis no preparo e na elaboração culinária. Diversos são os materiais utilizados pelo homem, tanto artesanal como industrialmente, na confecção dos utensílios: ferro, alumínio, inox, cerâmica, pedra, vidro, barro e outros. Entretanto, pouco se fala sobre o efeito, quer positivo ou negativo que os utensílios podem exercer nos alimentos.

O saber popular há muito indicou que a utilização de panelas de ferro na cocção de alimentos é um meio

preventivo e mesmo auxiliar no tratamento da anemia ferropriva, apontando diretamente para um possível efeito migratório do ferro do utensílio para o alimento preparado. Por outro lado, podemos imaginar que o contrário também é verdadeiro: elementos indesejáveis contidos em determinados utensílios, como o alumínio e o níquel entre outros, podem migrar para os alimentos durante o processo de cocção. Assim sendo, o objetivo deste artigo é, mediante as mais recentes informações científicas disponíveis, descrever as implicações nutricionais de utensílios de três diferentes materiais (alumínio, ferro e aço inoxidável).

⁽¹⁾ Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. 13083-970, Campinas, SP, Brasil.
E-mail: kesia@fea.unicamp.br

UTENSÍLIOS DE ALUMÍNIO

O alumínio é o terceiro elemento mais abundante da crosta terrestre, sendo precedido apenas pelo silício e pelo oxigênio (Rochow, 1987). No homem, sua toxicidade está reconhecidamente associada à várias complicações clínicas, destacando-se nestas, disfunções neurológicas como o mal de Alzheimer (Luckey & Venugopal, 1977; Greger *et al.*, 1985; Alfrey, 1986; Edwardson *et al.*, 1986; Fimreite *et al.*, 1997; Roberts *et al.*, 1998). O alumínio está ainda envolvido com a mobilização do fosfato ósseo (Oniwanwa *et al.*, 1997). No homem, a concentração plasmática usual de alumínio é de aproximadamente 5 µg/l, sendo seu maior carreador a transferrina (Alfrey, 1986).

As diversas fontes de alumínio, para o homem incluem, o ar, desodorantes anti-transpirantes, cosméticos, aditivos alimentares, chá, a própria água consumida, sendo que esta última teve, nos últimos anos, um acréscimo no conteúdo de alumínio em decorrência da chuva ácida. Medicamentos como antiácidos, contendo hidróxido de alumínio, podem também contribuir para um aumento na ingestão de alumínio pelos usuários destas drogas (Liukkonen-Lilja & Pieppone, 1992; Aikoh & Nishio, 1996; Fimreite *et al.*, 1997).

Por outro lado, pacientes com insuficiência renal crônica estão constantemente expostos a altos níveis de alumínio através da água utilizada na diálise e, muitos destes apresentando efeitos decorrentes desta exposição: anemia, osteomalácia e encefalopatia (Alfrey, 1986; Edwardson *et al.*, 1986; Fimreite *et al.*, 1997; Roberts *et al.*, 1998).

As concentrações de alumínio nos alimentos é tipicamente baixa, usualmente inferior a 5 mg/kg, e sua ingestão diária varia de 3 a 36 mg, onde o valor mais alto foi constatado nos primeiros estudos feitos sobre o assunto. Apesar disto, a indústria de alimentos, mediante a utilização de determinados aditivos alimentares, pode aumentar claramente a quantidade de alumínio nos alimentos processados (Alfrey, 1986; Liukkonen-Lilja & Pieppone, 1992; Aikoh & Nishio, 1996).

Assim sendo, o conteúdo de alumínio nos alimentos apesar de pequeno torna-se suscetível a variações. Sua concentração mais elevada é encontrada em conservas de picles e de queijos, além do fermento. Portanto, dependendo dos hábitos alimentares individuais, a ingestão de alumínio pode ser mais elevada do que a média estimada. Outra fonte de ingestão deste que geralmente é desconsiderada é a água. Um levantamento norte-americano mostrou que a água consumida pela população contém em média de 2 a 4 mg/l (Alfrey, 1986). Entretanto, uma fonte trivial (quando comparada com as demais) na ingestão de alumínio tem recebido pouca atenção: os utensílios culinários. Há mais de 50 anos é conhecido que os utensílios de alumínio são vulneráveis à degradação, principalmente por alimentos de pH ácido

(Alfrey, 1986; Baxter, *et al.*, 1988; Fimreite *et al.*, 1997).

Os estudos indicam que vários são os fatores que influenciam a migração do alumínio do utensílio: a qualidade da liga de alumínio utilizada pela indústria, o tempo de uso do utensílio, o tempo da duração da cocção dos alimentos, o pH do alimento, a presença de sal ou açúcar, entre outros (Pennington, 1987; Liukkonen-Lilja & Pieppone, 1992).

Lione (1984) demonstrou que utensílios de alumínio, utilizados na preparação de molho de tomate, podem contribuir com um acréscimo de 4 mg em cada porção servida. Lione *et al.* (1984), reforçaram seus achados em outra preparação usualmente consumida no mundo inteiro: o café. Este, quando preparado em utensílio de alumínio apresentava um considerável acréscimo do metal.

Fimreite *et al.* (1997) reforçaram a ocorrência da contaminação dos alimentos com alumínio migrante de utensílios culinários, ao avaliarem o nível deste metal contido em alimentos ácidos preparados em panelas de alumínio. Os resultados obtidos mostraram que os utensílios de alumínio, freqüentemente utilizados pela população, são indubitavelmente fontes deste metal na dieta.

Em relação ao tempo de uso da panela foi observado através de testes com água potável que, utensílios novos possuem uma migração maior de alumínio no ponto de ebulição comparada a de utensílios usados. Entretanto, quando o tempo se prolonga para 15 ou 30 minutos de fervura, o comportamento de ambos os utensílios (novos e usados) é similar no que diz respeito à dissolução do alumínio (Liukkonen-Lilja & Pieppone, 1992). Neste sentido, Greger *et al.* (1985) verificaram que preparações ácidas como molho de tomate que levam mais que 15 minutos de cozimento, tendem a acumular mais alumínio do que outras preparações. Em termos práticos estes autores concluíram que a quantidade de alumínio adicionado ao alimento durante a cocção em utensílios deste material chega a ser de até 0,7 mg/100 g de alimento.

Recentemente, um estudo italiano desenvolvido por Gramiccioni *et al.* (1996), no qual foi avaliada a migração de alumínio de utensílios para preparações culinárias elaboradas nestes, concluíram que a quantidade migrante é relativamente pequena. Segundo este estudo, essa ingestão mesmo quando todos os alimentos são preparados e estocados em recipientes de alumínio, é de aproximadamente 6 mg/dia, ou seja, inferior ao valor de 7 mg/kg (equivalente a 60 mg/dia para um homem adulto) estabelecido como tolerável pelo *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (World..., 1989).

Aikoh & Nishio (1996) documentaram um aumento expressivo na quantidade de alumínio presente em bebidas enlatadas e estocadas em recipientes de alumínio, como

refrigerantes, cervejas e chá. Assim, a questão permanece controversa, pois neste estudo os autores concluíram que as pessoas que utilizam freqüentemente bebidas enlatadas podem estar consumindo quantidades de alumínio consideravelmente elevadas.

Com relação ao tipo do utensílio, foi demonstrado que formas de bolo não acarretam aumento no consumo diário desse metal (Liukkonen-Lilja & Pieppone, 1992). O mesmo não se pode dizer quando o utensílio analisado é a panela de pressão, nesta há um acréscimo muito significativo na quantidade final de alumínio. Já utensílios como frigideiras e panelas comuns, apresentam semelhança no que diz respeito à degradação, neste caso o fator diferencial mais expressivo é o próprio alimento utilizado na preparação do que o tipo do utensílio propriamente dito (Greger *et al.*, 1985).

Outro fator que merece destaque é o da composição da liga de alumínio utilizada pela indústria. Baxter *et al.* (1988) descreveram dois tipos clássicos de composição desta liga: 1) alumínio/silício/ferro e, 2) alumínio/silício/manganês. Estes autores referiram que utensílios feitos com liga contendo manganês possuem maior degradação de alumínio quando comparados com a liga contendo ferro. Este fator também é referido por outros autores como sendo de relevância para os resultados obtidos (Greger *et al.*, 1985; Pennington, 1987; Liukkonen-Lilja & Pieppone, 1992).

Liukkonen-Lilja & Pieppone (1992) demonstraram que o teor de sal ou açúcar na preparação também afeta a dissolução do alumínio do utensílio. Estes autores verificaram em seus experimentos que esta influência já é sentida mesmo com os sais naturalmente presentes na água potável. A adição de dois diferentes sais (NaHCO_3 e CaCl_2) à água deionizada causou similarmente um aumento na migração de alumínio do utensílio. Na conclusão, os autores desaconselharam a utilização de recipientes de alumínio para armazenamento de preparações, principalmente se estas possuírem um alto conteúdo de sal.

Os efeitos resultantes da ingestão de alumínio dependem obviamente da absorção, esta, por sua vez, depende da forma química do metal, sendo vários os fatores responsáveis pela biodisponibilidade do alumínio (Fimreite *et al.*, 1997; Roberts *et al.*, 1998). Estudos mostram que cerca de 75 a 95% do alumínio ingerido é eliminado na urina e nas fezes, o restante é absorvido e depositado em vários órgãos como os ossos e pulmões (Alfrey, 1986).

Praticamente todos os estudos sobre migração de alumínio dos utensílios para os alimentos deixam claro que estes fornecem uma importante contribuição na quantidade do metal consumida pelo homem, mas a ligação entre esta fonte e os efeitos biológicos possíveis ainda é confusa. Em todo caso, recomendável evitar estes utensílios no preparo, na cocção e no armazenamento dos alimentos.

UTENSÍLIOS DE FERRO

O ferro é um nutriente indispensável ao homem, os sinais e sintomas da sua deficiência são logo notados: fadiga, cefaléia, palpitações, entre outros. Se esta deficiência não for corrigida rapidamente pode trazer seqüelas duradouras e até letais, por este motivo a anemia é considerada como um dos maiores desafios à Saúde Pública a ser vencido. Considerando que a deficiência de ferro está disseminada mundialmente em todas as classes sociais, faixas etárias e em ambos os sexos, muito se tem investido em pesquisas que proponham soluções para sua erradicação (Morris, 1986; Yip & Dallman, 1996).

Uma vez que o problema mundial da deficiência de ferro tem como causa principal a ingestão inadequada e a baixa biodisponibilidade encontrada no ferro dos alimentos, os utensílios culinários de ferro podem ser considerados como uma solução alternativa para a prevenção e tratamento da anemia, segundo os vários estudos publicados sobre migração deste mineral dos utensílios para os alimentos (Brittin & Nossaman, 1986; Mistry *et al.*, 1988; Cheng & Brittin, 1991; Kollipara & Brittin, 1996; Gibson *et al.*, 1997; Kakade & Agte, 1997).

Muitas pesquisas demonstraram que o pH do alimento tem uma influência direta sobre a quantidade de ferro acrescentada a este durante a cocção. Alimentos ácidos como molho de tomate, apresentam um acréscimo maior de ferro do que alimentos menos ácidos. Também ficou documentado em vários estudos que, tanto o teor de água como o tempo de cocção dos alimentos exercem uma influência direta no acréscimo de ferro ao alimento. Entretanto o pH e o tempo de cocção são fatores de maior peso quando comparados com a umidade da preparação (Brittin & Nossaman, 1986; Zhou & Brittin, 1994; Kollipara & Brittin, 1996).

Cheng & Brittin (1991) executaram um experimento onde foram feitas 50 cocções repetidas em utensílios de ferro com a finalidade de verificar o comportamento do utensílio no decorrer do tempo de uso. A conclusão dos autores foi que as panelas de ferro, além de possuírem uma vida útil bastante longa, permanecem liberando o nutriente para os alimentos preparados de forma similar a uma panela de ferro nova. Apenas nas três primeiras vezes de uso a quantidade de ferro liberada pela panela nova é inferior a de uma já bastante usada.

Kakade & Agte (1997) utilizaram em seu experimento diversos alimentos e compararam a cocção destes em utensílios de ferro com a cocção em utensílios de ferro antiaderentes. Os autores concluíram que a quantidade de ferro migrante dos utensílios de ferro é bastante superior à dos utensílios de ferro antiaderentes. Seus resultados indicaram a ocorrência de um aumento de 46 a 51% no ferro biodisponível do alimento, quando utensílios de ferro são usados na elaboração culinária.

Em outro estudo Mistry *et al.* (1988) determinaram por método *in vitro* que a disponibilidade do ferro de

alimentos preparados em utensílios de ferro e em utensílios de vidro é similar, indicando que o ferro adicionado ao alimento pela cocção em panelas de ferro é tão disponível quando o ferro não-heme natural do alimento.

Kolipara & Brittin (1996) pesquisando o acréscimo no conteúdo de ferro na culinária indiana preparadas em utensílios de ferro obtiveram como resultado um aumento médio de 374% por mês na ingestão de ferro por meio dos alimentos preparados em utensílios de ferro. Um outro estudo envolvendo comidas chinesas elaboradas em utensílio de aço, mostrou também um acréscimo na quantidade de ferro contida nos alimentos preparados no utensílio em questão (Zhou & Brittin, 1994).

Mas mesmo considerando que o ferro migrante do utensílio possui boa disponibilidade para o organismo (Brittin & Nossaman, 1986; Mistry *et al.*, 1988; Kolipara & Brittin, 1996) e que, uma parcela importante da população ainda utiliza panelas de ferro, tal fato é ignorado nos inquéritos dietéticos. Até hoje somente considera-se no inquérito dietético sobre ferro, fatores como o ácido ascórbico e a carne, por auxiliarem e aumentarem sua absorção, conforme demonstrado pioneiramente por Monsen *et al.* (1978). Entretanto, a utilização de utensílios de ferro na cocção dos alimentos aumenta significativamente a quantidade de ferro consumida.

Gibson *et al.* (1997) propuseram pequenas alterações em dietas vegetarianas de adolescentes canadenses do sexo feminino, com a finalidade de aumentar a quantidade de ferro não-heme e de zinco biodisponível, uma vez que este tipo de alimentação usualmente é pobre nestes nutrientes. No que diz respeito ao ferro, a utilização de panela de ferro no preparo da dieta foi uma das alterações efetuadas que teve impacto positivo nos resultados. Os autores relataram um aumento potencial tanto no conteúdo como na biodisponibilidade do ferro não-heme, ultrapassando inclusive os valores propostos pela *Recommend Dietary Allowances* (RDA) (National Research..., 1989) para a faixa etária. Isto tudo foi obtido sem, entretanto, acarretar mudanças no tipo e na quantidade de alimentos consumida pelas adolescentes vegetarianas canadenses.

UTENSÍLIOS DE AÇO INOXIDÁVEL

A liga do aço inoxidável (inox) é uma combinação do ferro com outros dois metais: cromo e níquel. Sendo a proporção destes metais nos utensílios bastante variável: de 50 a 88% para o ferro, 11 a 30% para o cromo e de zero a 31% para o níquel. Entretanto, vários outros elementos como manganês e cobre, podem estar presentes em pequenas quantidades (Kuligowski & Halperin, 1992; Flint & Packirisamy, 1997; Park & Brittin, 1997).

O mercado dos utensílios de inox está em expansão e atualmente responde por cerca de 43% das

panelas que são vendidas nos Estados Unidos (Park & Brittin, 1997). A composição da liga de inox mais encontrada é de 70 a 73% de ferro, 18 a 19% de cromo e 8 a 9% de níquel (Kuligowski & Halperin, 1992; Flint & Packirisamy, 1997).

O níquel é um dos metais mais tóxicos da tabela periódica, estando relacionado a numerosos problemas de saúde, notavelmente nas dermatites de contato (Kuligowski & Halperin, 1992; Nielsen, 1996; Agarwal, *et al.*, 1997).

O níquel ingerido pelo homem encontra-se distribuído entre os vários grupos de alimentos. As maiores concentrações são encontradas em alimentos enlatados, açúcares e conservantes, pães e cereais, sugerindo uma contribuição dos equipamentos de processamento dos alimentos, principalmente no caso dos enlatados e da gordura vegetal hidrogenada (Smart & Sherlock, 1987). Nos alimentos *in natura* as maiores concentrações de níquel são encontradas nas nozes, sementes de leguminosas, mariscos, cacau e derivados. Grãos, carnes curadas e vegetais são intermediários, enquanto que alimentos de origem animal como peixes, leite e ovos geralmente apresentam baixo conteúdo de níquel.

A ingestão média de níquel estimada é de 150-700 µg/dia, esta variação é dependente da quantidade de alimentos de origem animal (baixo níquel) e de origem vegetal (alto níquel) consumida. As manifestações de uma dieta com alto conteúdo de níquel pode afetar os níveis de outros nutrientes e, mais do que isto, a deficiência de alguns nutrientes (ferro, cobre, zinco, ácido ascórbico, entre outros) pode ser agravada por um alto nível de níquel na dieta.

A maior parte do níquel ingerido é excretada nas fezes, entretanto uma alta porcentagem deste será absorvida no caso de deficiência de ferro. No sangue o níquel é transportado principalmente ligado à albumina sérica. Ainda não está bem esclarecida a função do níquel em humanos, entretanto supõe-se que esteja ligado a metaloenzimas específicas como componente estrutural destas, além de co-fator bioligante que facilita a absorção intestinal do ferro férrico (Nielsen, 1986).

A contribuição de níquel na ingestão diária devida a migração deste durante a cocção dos alimentos em utensílios de inox é pequena; é estimado um acréscimo médio de 0,01 a 0,21 mg/l (Kuligowski & Halperin, 1992; Kumar *et al.*, 1994). Mesmo assim, é recomendado que pessoas sensíveis ao níquel não utilizem utensílios de inox na cocção e preparo dos alimentos pois, a migração deste do utensílio para o alimento, apesar de pequena, não é desprezível, ainda mais se considerarmos o efeito acumulativo do consumo diário de alimentos preparados em utensílios de aço inoxidável.

Vários autores já documentaram que os utensílios de inox são fonte de dois nutrientes essenciais a população: o cromo e o ferro (Kuligowski & Halperin, 1992; Kumar *et al.*, 1994; Park & Brittin, 1997). A intolerância a glicose, seguida de anormalidades no metabolismo glicídico e

lipídico, além de desordens nervosas são sintomas da deficiência de cromo.

O requerimento nutricional do cromo para adultos, segundo a RDA, é de 50-200 µg/dia (National Research..., 1989). Este valor não é facilmente alcançado uma vez que atualmente a participação de produtos industrializados e refinados na alimentação é bastante grande, o processamento promove perdas consideráveis na quantidade de cromo. Estudos indicam que a ingestão diária média de cromo pela população é inferior a 60 µg (Anderson, 1986). Entretanto, nestes levantamentos foi considerado apenas o cromo contido nos alimentos, não incluindo o cromo migrante dos utensílios de inox.

Kuligowski & Halperin (1992) estudaram a migração de ferro, níquel e cromo dos utensílios de inox para o ácido acético a 5%, procurando simular, desta forma, a condição geralmente corrosiva dos alimentos. Neste trabalho os autores demonstraram que os utensílios de inox são fonte considerável de cromo na alimentação, contribuindo com um crêscimo de 0,01 a 0,31 mg/l no alimento preparado. Os resultados apresentados ainda indicaram que, o aço inoxidável também é uma fonte expressiva de ferro, apesar da quantidade ser inferior a que ocorre em utensílios de ferro fundido.

Como anteriormente já discutimos sobre a carência e a importância do ferro na alimentação mundial, aqui apenas falaremos dos achados científicos em relação a contribuição nutricional deste nutriente fornecida pelo uso de utensílios de aço inoxidável na culinária.

A cocção de alimentos em utensílios de inox aumenta o conteúdo de ferro nos alimentos, principalmente quando é feito o cálculo dietético diário, uma vez que, o ferro derivado do utensílio possui biodisponibilidade similar a do ferro não-heme encontrado naturalmente nos alimentos (Martinez & Vannucchi, 1986; Mistry et al., 1988; Kuligowski & Halperin, 1992; Park & Brittin, 1997).

Park & Brittin, (1997) verificaram que a quantidade de ferro contida em 10 alimentos diferentes preparados em utensílios de inox é significativamente maior do que quando estes são preparados em utensílios de vidro. Os valores obtidos demonstraram que em cada 100 g de porção servida havia um acréscimo de 1,02 mg de ferro. O experimento foi realizado em triplicata com a finalidade de verificar possíveis diferenças na migração entre as panelas. Neste sentido, os resultados indicaram que o acréscimo no conteúdo de ferro não diferiu significativamente entre as panelas de aço inoxidável utilizadas.

COMENTÁRIOS FINAIS

Apesar de os utensílios de alumínio serem bastante difundidos no mercado, este metal está associado a doenças neurodegenerativas como o mal de Alzheimer. Considerando que os utensílios de alumínio são

indiscutivelmente fonte deste elemento, o uso diário destes aumenta consideravelmente a ingestão de alumínio. Portanto é aconselhável que seu uso na culinária seja evitado.

Os estudos apontam diretamente para o saber popular: a utilização diária de panelas de ferro no preparo e cocção dos alimentos contribui para o tratamento e prevenção da anemia ferropriva. Estes utensílios são bastante duráveis e permanecem sempre liberando o ferro para os alimentos, sendo que quanto mais ácido for o pH do alimento maior será a migração de ferro do utensílio.

Os utensílios de inox contribuem na ingestão de ferro e de cromo, ambos nutrientes essenciais. Entretanto estes utensílios também são fonte de níquel, tóxico ao homem. Mesmo sendo a migração de níquel em baixa quantidade, não é desprezível, ainda mais se houver um consumo diário de alimentos preparados em utensílios de inox. É recomendável que pessoas sensíveis ao níquel evitem a utilização destes utensílios. Como não existe uma exigência na composição da liga de inox, o níquel pode estar em quantidades superiores ou inferiores a dos estudos aqui apresentados. Assim, seria interessante que a quantidade de níquel utilizada industrialmente na liga de inox fosse padronizada no menor nível possível.

Outra constatação importante a ser feita é que, apesar de ser expressiva a quantidade de ferro migrante tanto dos utensílios de ferro com de inox, este valor não é levado em consideração nos recordatórios alimentares e nos inquéritos dietéticos populacionais, mesmo estando comprovada a boa biodisponibilidade do metal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGARWAL, P., SRIVASTAVA, S., SRIVASTAVA, M.M., PRAKASH, S., RAMANAMURTHY, M., SHIRIVASTAV, R., DASS, S. Studies on leaching of Cr and Ni from stainless steel utensils in certain acids and in some Indian drinks. *Science of the Total Environment*, Amsterdam, v.199, n.3, p.271-275, 1997.
- AIKOH, H., NISHIO, M.R. Aluminium content of various canned and bottled beverages. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, New York, v.56, n.1, p.1-7, 1996.
- ALFREY, A.C. Aluminum. In: MERTZ, W. (Ed.). *Trace elements in human and animal nutrition*. 5ed. San Diego : Academic Press, 1986. v.2: p.399-413.
- ANDERSON, R.A. Chromium. In: MERTZ, W. (Ed.). *Trace elements in human and animal nutrition*. 5ed. San Diego : Academic Press, 1986. v.1: p.225-244.
- BAXTER, M., BURRELL, J.A., MASSEY, R.C. The effects of fluoride on the leaching of aluminium saucepans during cooking. *Food Additives and Contaminants*, London, v.5, n.4, p.651-656, 1988.
- BRITTIN, H.C., NOSSAMAN, C.E. Iron content of food cooked in iron utensils. *Journal of the American Dietetic Association*, Chicago, v.86, n.7, p.897-901, 1986.

- CHENG, Y.J., BRITTIN, H.C. Iron in food: effect of continued use of iron cookware. *Journal of Food Science*, Chicago, v.56, n.2, p.584-585, 1991.
- EDWARDSON, J.A., KLINOWSKI, J., OAKLEY, A.E., PERRY, R.H., CANDY, J.M. Aluminosilicates and the ageing brain: implications for the pathogenesis of Alzheimer's disease. In: EVERED, D., O'CONNOR, M. (Ed.). *Silicon Biochemistry*, Ciba Foundation Symposium 121. London: John Wiley & Sons, 1986. p.160-179.
- FIMREITE, N., HANSEN, O.O., PETTERSEN, H.C. Aluminium concentrations in selected foods prepared in aluminium cookware, and its implications for human health. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, New York, v.58, n.1, p.1-7, 1997.
- FLINT, N.G., PACKIRISAMY, S. Purity of food cooked in stainless steel utensils. *Food Additives and Contaminants*, London, v.14, n.2, p.115-126, 1997.
- GIBSON, R.S., DONOVAN, U.M., HEATH, A-L.M. Dietary strategies to improve the iron and zinc nutriture of young women following a vegetarian diet. *Plant Foods for Human Nutrition*, Dordrecht, v.51, n.1, p.1-16, 1997.
- GRAMICCIONI, L., INGRAO, G., MILANA, M.R., SANTARONI, P., TOMASSI, G. Aluminium levels in Italian diets and in selected foods from aluminium utensils. *Food Additives and Contaminants*, London, v.13, n.7, p.767-774, 1996.
- GREGER, J.L., GOETZ, W., SULLIVAN, D. Aluminum levels in foods cooked and stored in aluminum pans, trays and foil. *Journal of Food Protection*, Ames, v.48, n.9, p.772-777, 1985.
- KAKADE, V., AGTE, V. Effect of using iron utensils vis-a-vis teflon-coated non stick wares on ionisable iron content of traditional vegetarian foods. *Journal of Food Science and Technology*, Bangalore, v.34, n.5, p.427-430, 1997.
- KOLLIPARA, U.K., BRITTIN, H. C. Increased iron content of some Indian foods due to cookware. *Journal of the American Dietetic Association*, Chicago, v.96, n.5, p.508-511, 1996.
- KULIGOWSKI, J., HALPERIN, K.M. Stainless steel cookware as a significant source of nickel, chromium, and iron. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, New York, v.23, n.2, p.211-215, 1992.
- KUMAR, R., SRIVASTAVA, P.K., SRIVASTAVA, S.P. Leaching of heavy metals (Cr, Fe and Ni) from stainless steel utensils in food simulants and food materials. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, New York, v.53, n.2, p.259-266, 1994.
- LIONE, A. The mobilization of aluminium from cookware. *Nutrition Reviews*, Washington DC, v.42, n.1, p.31, 1984.
- LIONE A., ALLEN, P.W., SMITH, J.C. Aluminium coffee percolators as a source of dietary aluminium. *Food Chemical and Toxicology*, Oxford, v.22, n.3, p.265-268, 1984.
- LIUKKONEN-LILJA, H., PIEPPONE, S. Leaching of aluminium from dishes and packages. *Food Additives and Contaminants*, London, v.9, n.3, p.213-223, 1992.
- LUCKEY, T.D., VENUGOPAL, B. *Metal toxicity in mammals: physiologic and chemical basis for metal toxicity*. New York: Plenum Press, 1977. v.1.
- MARTINEZ, F.E., VANNUCCHI, H. Bioavailability of iron added to the diet by cooking food in an iron pot. *Nutrition Research*, Elmsford, v.6, n.4, p.421-428, 1986.
- MISTRY, A.N., BRITTIN, H.C., STOCKER, B.J. Availability of iron from food cooked in an iron utensil determined by an *in vitro* method. *Journal of Food Science*, Chicago, v.53, n.5, p.1546-1548, 1988.
- MONSEN, E. R., HALLBERG, L., LAYRISSE, M., HEGSTED, D.M., COOK, J.D., MERTZ, W., FINCH, C.A. Estimation of available dietary iron. *American Journal of Clinical Nutrition*, Bethesda, v.31, n.1, p.134-141, 1978.
- MORRIS, E.R. Iron. In: MERTZ, W. (Ed.). *Trace elements in human and animal nutrition*. 5.ed. San Diego: Academic Press, 1986. v.1: p.79-142.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (USA). *Recommended Dietary Allowances*. 10.ed. Washington DC: National Academy Press, 1989. 284p.
- NIELSEN, F.H. Nickel. In: MERTZ, W. (Ed.), *Trace elements in human and animal nutrition*. 5.ed. San Diego: Academic Press, 1986. v.1: p.245-273.
- NIELSEN, F.H. Other trace elements. In: ZIEGLER, E.E., FILER Jr, L.J. (Ed.). *Present knowledge in nutrition*. 7.ed. Washington DC: ILSI Press, 1996. p.353-377.
- ONIWANWA, P.C., IKADEH, G.C., NWEZE, S.E. Aluminium contents of some raw and processed Nigerian foods. *Food Chemistry*, Barking, v.58, n.4, p.351-353, 1997.
- PARK, J., BRITTIN, H.C. Increase iron content of food due to stainless steel cookware. *Journal of the American Dietetic Association*, Chicago, v.97, n.6, p.659-661, 1997.
- PENNINGTON, J.A.T. Aluminium content of foods and diets. *Food Additives and Contaminants*, London, v.5, n.2, p.161-232, 1987.
- ROBERTS, N.S., CLOUGH, A., BELLIA, J.P., KIM, J.Y. Increased absorption of aluminium from a normal dietary intake in dementia. *Journal of Inorganic Biochemistry*, New York, v.69, n.3, p.171-176, 1998.
- ROCHOW, E.G. *Silicon and silicones: about stone-age tools, antique pottery, modern ceramics, computers, space, materials and how they all got that way*. Berlin: Springer-Verlag, 1987. p.180.
- SMART, G.A., SHERLOCK, J.C. Nickel in foods and the diet. *Food Additives and Contaminants*, London, v.4, n.1, p.61-71, 1987.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Evaluation of certain food additives and contaminants*. Geneva, 1989. p.26-27. (Thirty-third Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives; Technical Report Series, 776).
- YIP, R., DALLMAN, P.R. Iron. In: ZIEGLER, E.E., FILER Jr, L.J. (Ed.). *Present knowledge in nutrition*. 7.ed. Washington DC: ILSI Press, 1996. p.277-292.
- ZHOU, Y D., BRITTIN, H.C. Increased iron content of some Chinese foods due to cooking in steel woks. *Journal of the American Dietetic Association*, Chicago, v.94, n.10, p.1153-1156, 1994.

Recebido para publicação em 15 de abril e aceito em 8 de novembro de 1999.

Anexo 2 – Original utilizado na construção da Atividade Extraclasse I.

Original Article

Artigo Original

Disfunção Erétil: um Marcador para Alterações da Perfusão Miocárdica?

Erectile Dysfunction: a Marker for Myocardial Perfusion Impairment?

Juarez Ortiz, Sergio Tranchesi Ortiz, Claudia Gianini Monaco, Cristina Harumi Yamashita, Miriam Cássia Mendes Moreira, Carlos Alberto F. Monaco
OMNI-CCNI Medicina Diagnóstica - São Paulo - SP

OBJETIVO

Investigar a correlação entre alterações da perfusão miocárdica e a presença de disfunção erétil (DE) em homens com suspeita clínica ou diagnóstico já estabelecido de insuficiência coronariana crônica.

MÉTODOS

Estudo prospectivo com 287 pacientes que, após responderem o questionário IIEF-5 para diagnóstico e avaliação do grau de DE, foram submetidos a avaliação clínico-cardiológica e a estudo cintilográfico da perfusão miocárdica (tecnécio - 99m sestamibi - gated SPECT), antes e após estresse físico ou farmacológico.

RESULTADOS

Em 137 pacientes (47,8%) foi detectado algum grau de disfunção erétil (grupo DE+) e nestes, a idade ($60,60 \pm 9,84$ vs $50,67 \pm 9,94$ - $p < 0,001$) foi significativamente maior do que naqueles sem disfunção (grupo DE-). No grupo DE+ houve maior prevalência de hipertensão arterial, diabetes, infarto do miocárdio e coronarioplastia prévios. Independentemente do fator idade, o grupo DE+ teve maior prevalência de alterações da perfusão miocárdica (necrose e/ou isquemia) e de diminuição da mobilidade e do grau de espessamento sistólico do miocárdio ventricular.

CONCLUSÃO

Pacientes com DE tem maior probabilidade de apresentar alterações da perfusão e do desempenho miocárdico segmentar, independentemente do fator idade. Na presente amostra, a DE foi considerada não só como um marcador da doença isquêmica do coração, mas também fortemente relacionada à ocorrência de eventos coronarianos maiores como infarto do miocárdio e necessidade de coronarioplastia.

PALAVRAS-CHAVE

disfunção erétil, doença arterial coronariana, medicina nuclear, perfusão miocárdica, fatores de risco

OBJECTIVE

To study the correlation between erectile dysfunction (ED) and myocardial perfusion impairment in men with suspected or diagnosed coronary artery disease (CAD).

METHODS

In this prospective study a self-administered IIEF-5 questionnaire was answered by 287 patients that underwent myocardial perfusion imaging under both resting and stress condition with technetium-99m sestamibi, through gated SPECT nuclear scintigraphy technique, before and after physical or pharmacological stress.

RESULTS

Some degree of erectile dysfunction (group ED+) was found in 137 (47.8%) patients and in these, age was significantly higher (60.60 ± 9.84 vs 50.67 ± 9.94 - $p < 0.001$) than in those without erectile dysfunction (group ED-). In the ED+ group it was observed a higher prevalence of hypertension, diabetes, myocardial infarction (MI) and percutaneous coronary angioplasty (PCTA). Regardless of the age factor, ED+ patients also presented higher occurrence of myocardial perfusion impairment (necrosis and/or ischemia) and left ventricular systolic wall motion and thickening abnormalities.

CONCLUSION

Patients with ED have higher estimated probability of presenting segmental myocardial perfusion and functional contraction impairment and, therefore, CAD, independent of the aging factor. The authors conclude that ED may be considered not only a marker for CAD but also a condition related to the occurrence of major coronary events such as MI and PCTA.

KEY WORDS

erectile dysfunction, coronary artery disease, nuclear medicine, myocardial perfusion, risk factors, atherosclerosis

Correspondência: Juarez Ortiz • OMNI-CCNI - Rua Cubatão, 726 - 04013-002 - São Paulo, SP
E-mail: jortiz@omnicni.com.br

Recebido em 22/07/05 • Aceito em 8/09/05

DISFUNÇÃO ERÉTIL: UM MARCADOR PARA ALTERAÇÕES DA PERFUSÃO MIOCÁRDICA?

O infarto do miocárdio (IM), como manifestação da doença arterial coronariana (DAC) é importante evento cardiovascular, desafiando a cardiologia moderna com sua alta taxa de morbimortalidade e repercussão sócio-econômica. Sabe-se que a aterosclerose coronariana significativa pode ocorrer mesmo sem repercussão clínica exuberante, podendo ser o IM a sua primeira manifestação. Sendo assim, há um grande esforço mundial para se detectar o mais precocemente possível a doença coronariana aterosclerótica. Da mesma forma, a doença arterial peniana, incluindo a aterosclerose, é a maior causa de disfunção erétil (DE), contribuindo com até 80% dos casos¹⁻⁴. Já está bem estabelecida a relação entre a DE e os principais fatores de risco para a doença isquêmica do coração^{5,6}, tais como diabetes e hipertensão^{1,2,7-12} que, como indutores de lesão endotelial, podem provocar obstrução arterial, aterosclerose, ruptura de placas e trombose. Portanto, a DE pode ser considerada como um sintoma de dano endotelial vascular que pode coexistir ou mesmo preceder a manifestação clínica da DAC. Nestas condições, a DE comportar-se-ia como um verdadeiro marcador da DAC e, portanto, de doença isquêmica cardíaca.

O objetivo deste estudo é investigar a relação entre função erétil peniana e perfusão miocárdica em uma população com suspeita ou diagnóstico já firmado de DAC.

MÉTODOS

De agosto a outubro de 2004, foram estudados 300 homens, consecutivos, que se apresentaram em nossa instituição para estudo da perfusão miocárdica com objetivo diagnóstico ou de avaliação de DAC e que assinaram o consentimento esclarecido para participar do estudo. Destes, treze (4,3%) foram excluídos por apresentarem DE iatrogênica como consequência de prostatectomia radical prévia. Portanto, foram incluídos

no estudo 287 homens que, após consulta clínico-cardiológica detalhada, responderam o questionário confidencial auto-aplicável do Index Internacional de Função Erétil (IIEF-5)¹³ que determinou a presença ou ausência de DE.

Imagens da perfusão miocárdica, realizados com tecnécio-99m (Tc-99 sestamibi) através de cintilografia nuclear SPECT, foram obtidas em duas situações: a) repouso e b) após estresse físico ou farmacológico.

Na situação de repouso, injetou-se dose apropriada de Tc-99 sestamibi em veia periférica para obtenção das imagens com o objetivo de avaliar a distribuição regional do radiofármaco no miocárdio. A ocorrência de segmentos hipoperfundidos, identificadores de necrose prévia, pôde ser, dessa forma, evidenciada.

Na situação de estresse, objetivando a detecção de áreas isquêmicas, uma nova dose do radiofármaco foi injetada no pico do exercício realizado em esteira ergométrica de acordo com protocolo convencional (estresse físico) ou após a administração de 80mg de dipiridamol (estresse farmacológico). Novas imagens foram então obtidas, 45 minutos após o término do exercício físico ou da infusão do dipiridamol.

As imagens nas condições de repouso e sob estresse foram avaliadas por dois médicos independentes e devidamente treinados em cardiologia nuclear, sem o conhecimento dos dados obtidos durante a entrevista e aplicação do questionário. Em caso de divergência de opinião entre os dois especialistas, o resultado final foi obtido por consenso. Em nenhum caso, a opinião de um terceiro avaliador foi necessária.

As variáveis analisadas encontram-se na tabela I.

Exames prévios de colesterol sérico, angiografia coronária e medicações em uso não foram considerados na análise.

Tabela I - Variáveis analisadas

Variáveis clínicas	Variáveis Cintilográficas
Idade	Perfusão miocárdica em repouso
Função erétil:	Perfusão miocárdica sob estresse
Presença de disfunção erétil (DE+)	Espessamento sistólico do miocárdio
Ausência de disfunção erétil (DE-)	Movimentação sistólica do miocárdio
História mórbida pessoal:	Fração de ejeção do ventrículo esquerdo
Diabetes	
Hipertensão arterial	
Acidentes vasculares encefálicos	
Infarto do miocárdio	
Revascularização cirúrgica do miocárdio	
Revascularização percutânea do miocárdio	
Hábitos:	
Tabagismo	
Alcoolismo	
Antecedentes familiares:	
Infarto do miocárdio	
Acidentes vasculares encefálicos

Tabela II - Idade mínima, máxima, média e desvio padrão (DP) em pacientes com (DE+) e sem (DE-) disfunção erétil

Grupo	Pacientes (n)	Idade Mínima	Idade Máxima	Idade Média $\pm$ DP	p
DE-	150	24	76	50,67 $\pm$ 9,94	<0,001
DE+	137	39	83	60,60 $\pm$ 9,84	
Total	287				

Tabela III - Variáveis clínicas em pacientes com (DE+) e sem (DE-) disfunção erétil

	DE+ n	DE+ %	DE- n	DE- %	p
Hipertensão	79	57,7	56	37,3	0,001
Diabetes	33	24,1	16	10,7	0,003
Acidente vascular encefálico	2	1,5	1	0,7	0,607 ⁽¹⁾
Infarto do miocárdio	40	29,2	25	16,7	0,011
Cirurgia coronariana	26	19,0	18	12,0	0,101
Angioplastia coronária percutânea	36	2,3	21	14,0	0,009
Fumo	11	8,0	19	12,7	0,200
Abuso de álcool	14	10,2	14	9,3	0,801
História familiar de doença cardiovascular	85	62,0	92	61,3	0,902

p = probabilidade calculada pelo qui-quadrado, exceto em ⁽¹⁾ onde foi calculada pelo Teste de Fisher

Com base na ocorrência prévia de eventos cardíacos maiores (infarto ou revascularização do miocárdio por via cirúrgica ou percutânea) e nos resultados dos estudos de perfusão miocárdica, os pacientes foram agrupados em três possibilidades diagnósticas considerando a ocorrência ou não de DAC: a) DAC+; b) DAC-; c) DAC indefinida.

Os dados categorizados foram analisados através do teste de Fisher ou qui-quadrado, quando aplicáveis. Comparação entre grupos de variáveis contínuas foi feita usando o teste-t de "Student" ou o teste de Bonferroni. Regressão logística foi usada para estabelecer a probabilidade de DAC de acordo com função erétil e outras variáveis. *Odds ratio* e *Odds ratio* ajustado para idade foram calculados para a perfusão miocárdica e outras variáveis que se mostraram diferentes nos grupos com e sem DE. Todos os testes foram realizados bilateralmente e conduzidos a um intervalo significativo de 0,05.

RESULTADOS

Disfunção erétil e idade - 150 pacientes (52,3%) apresentavam função erétil normal (grupo DE-) enquanto que em 137 (47,8%) foi detectado algum grau de disfunção erétil (grupo DE+). Na amostra, as idades variaram entre 24 e 83 anos com média de 55,41 $\pm$ 11,05 anos, sendo significativamente maior no grupo DE+ (tab. II).

Variáveis clínicas (tabs. III e IV) - Em toda a amostra, a hipertensão arterial ocorreu em 135 pacientes (47%) e o diabetes em 49 (17,1%). Ambas com prevalência significativamente maior no grupo DE+. Entretanto, não houve correlação significativa entre estes fatores de risco e alterações da perfusão miocárdica, tanto em repouso como sob estresse. Antecedente pessoal de IM ocorreu em 65 pacientes (22,6%) e angioplastia percutânea em

57 (19,9%). A exemplo do diabetes e da hipertensão, estes fatores tiveram prevalência significativamente maior no grupo DE+, embora apenas o IM tenha se relacionado significativamente com alterações da perfusão. Não foi encontrada diferença estatística entre os grupos DE+ e DE-, em relação às demais variáveis clínicas analisadas.

Variáveis cintilográficas e diagnóstico final de DAC (tabs. V e VI) - Alterações da perfusão miocárdica foram observadas em 65 pacientes (22,6%) na condição de repouso e em 72 (25%) sob estresse, com maior prevalência no grupo DE+ em relação ao DE-. Após análise de regressão logística, esta diferença foi ratificada, independentemente do fator idade (gráfico I).

Em 75 pacientes (26,1%) foi detectado comprometimento do grau de espessamento sistólico da parede do ventrículo esquerdo e em 73 pacientes (25,4%) havia anormalidade da sua movimentação. Tais comprometimentos prevaleceram significativamente no grupo DE+, também independentemente do fator etário ($p < 0,036$ e $p < 0,043$, respectivamente).

Diminuição da fração de ejeção do ventrículo esquerdo foi observada em 74 pacientes (25,78%) com maior prevalência no grupo DE+ em relação ao DE-.

O diagnóstico definitivo de coronariopatia (DAC+) foi firmado em 120 pacientes (41,8%). No grupo DE+, a prevalência de DAC+ foi significativamente maior independentemente do fator idade (tab. VI - gráfico II).

DISCUSSÃO

A prevalência de DE na amostra foi de aproximadamente 50%, comparável à maioria dos estudos epidemiológicos, apesar da população estudada ter alta incidência de DAC ^{14,15}.

DISFUNÇÃO ERÉTIL: UM MARCADOR PARA ALTERAÇÕES DA PERFUSÃO MIOCÁRDICA?

Tabela IV - Presença (DE+) ou ausência (DE-) de disfunção erétil, outras variáveis clínicas e odds ratio

	Repouso				Estresse			
	OR	LI	LS	p	OR	LI	LS	p
DE-	1,00	-	-		1,00	-	-	
DE+	2,35	1,07	5,19	0,034	2,29	1,09	4,79	0,028
IM	10,16	4,77	21,65	<0,001	9,83	4,74	20,38	<0,001
HAS	1,33	0,66	2,70	0,424	1,31	0,67	2,54	0,429
DM	1,51	0,66	3,43	0,326	1,15	0,51	2,58	0,736
APC	1,47	0,67	3,22	0,333	1,43	0,67	3,04	0,355
Idade	1,07	1,03	1,12	0,004	1,06	1,02	1,10	0,002

IM = infarto miocárdico; HAS = hipertensão arterial sistêmica; DM = diabetes melito; APC = angioplastia percutânea coronária; OR = odds ratio; LI = limite inferior; LS = limite superior

Tabela V - Variáveis cintilográficas e diagnóstico final de doença arterial coronariana (DAC) em pacientes com (DE+) e sem (DE-) disfunção erétil

	ED + N	ED + %	ED - n	ED - %	p
Perfusão miocárdica anormal em repouso	49	35,8	16	10,7	0,001
Perfusão miocárdica anormal sob estresse	52	38,2	20	13,3	0,001
Espessamento sistólico miocárdico anormal	53	38,7	22	14,7	0,001
Movimentação miocárdica anormal	51	37,2	22	14,7	0,001
Fração de ejeção do ventrículo esquerdo diminuída	53	38,7	21	14,0	0,001
Presença de DAC	79	64,8	41	29,7	0,001

p = probabilidade pelo qui-quadrado

Gráfico 1 - Disfunção Erétil (DE) - Probabilidade estimada de alteração da perfusão miocárdica no repouso e no estresse versus idade.

Além de hipertensão e diabetes, fatores de risco conhecidos para DAC e DE¹⁰⁻¹², os pacientes com função erétil comprometida tiveram também maior incidência de eventos coronarianos maiores no passado, tais como infarto do miocárdio e reperfusão miocárdica percutânea. Este dado aponta para a importância na detecção da DE, o mais precocemente possível, sendo ela não só

marcador de DAC como possivelmente relacionada à sua gravidade. Outros fatores de risco como fumo e abuso de álcool não tiveram diferenças entre os grupos com ou sem DE. Uma possível explicação a este fato é a baixa porcentagem de fumantes e alcoólicos encontrada na amostra. História familiar de acidentes vasculares encefálicos e infarto do miocárdio, embora

também conhecidos fatores de risco para DAC, não mostraram relação, na amostra estudada, com a presença ou ausência de DE. Investigação mais detalhada para o melhor entendimento sobre esta relação, baseada em estudos epidemiológicos mais específicos, deve ser realizada.

A alta influência da idade na ocorrência tanto da DE como na DAC e, também, pelo fato da idade média ter sido maior no grupo DE+, impôs a utilização de análises através da *Odds-ratio* ajustado para a idade, de modo a se poder estabelecer com maior precisão a relação entre as variáveis clínicas e cintilográficas de perfusão miocárdica e a DE.

Alterações na perfusão miocárdica, mobilidade da parede do ventrículo esquerdo e grau de espessamento miocárdico durante a sístole foram mais frequentes no grupo DE+, independentemente da idade. Desta forma, foi possível observar que pacientes com DE tem maior probabilidade de apresentar déficits de perfusão segmentar miocárdica e função contrátil, e, portanto de DAC, independentemente da idade.

Estudos têm mostrado uma alta incidência de DE em pacientes com doença cardiovascular, incluindo

hipertensão e DAC. A presente investigação demonstrou correlação significativa, independente da idade, entre a presença de DE e repercussões funcionais da doença cardíaca isquêmica, não só envolvendo a perfusão miocárdica mas também o desempenho ventricular esquerdo.

Nesta amostra, os pacientes com DE tiveram risco 2,35 vezes maior de apresentar perfusão miocárdica anormal em repouso e 2,29 vezes maior sob estresse do que aqueles com função erétil preservada. Estes números, por si só, já identificam a DE como um marcador de distúrbios perfusionais e funcionais do miocárdio relacionados à DAC. A comprovação é feita pelo diagnóstico final de coronariopatia (DAC+) que prevaleceu significativamente no grupo com DE, independentemente do fator idade.

Neste estudo, a hipertensão arterial e o diabetes apesar de prevalentes na população com DE, não se associaram, por si só, ao aumento da probabilidade de ocorrer distúrbios da perfusão miocárdica, fato que distingue um fator de risco de um verdadeiro marcador para DAC.

Tabela VI - Perfusão, desempenho miocárdico e presença de doença arterial coronariana (DAC) com odds ratio (OR) ajustado e não ajustado à idade

	Odds ratio não ajustado			Odds ratio ajustado			p
	OR	Limite inferior	Limite superior	OR	Limite inferior	Limite superior	
Perfusão miocárdica anormal em repouso	4,66	2,50	8,71	2,63	1,33	5,20	0,005
Perfusão miocárdica anormal sob estresse	4,02	2,24	7,22	2,48	1,31	4,70	0,005
Espessamento sistólico miocárdico anormal	3,67	2,08	6,48	2,00	1,06	3,76	0,032
Movimentação miocárdica anormal	3,45	1,95	6,10	1,92	1,02	3,62	0,043
Presença de DAC	4,35	2,58	7,32	2,52	1,42	4,47	0,002

Gráfico II - Disfunção Erétil (DE) - Probabilidade estimada de doença arterial coronariana versus idade

CONCLUSÃO

Os autores concluem que a DE está altamente relacionada à DAC e sua detecção indica maior risco de anormalidades perfusionais e funcionais do músculo cardíaco, próprias da DAC.

A DE deve ser considerada não só um marcador de DAC como também uma condição relacionada à ocorrência de eventos coronarianos maiores como IM e a necessidade de revascularização percutânea do miocárdio. Baseados neste estudo, os autores recomendam a inclusão de questionários sobre a função erétil na prática diária médica.

REFERÊNCIAS

1. Taylor EJ, ed. *Dorland's Illustrated Medical Dictionary*. 27th ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1988.
2. Laumann EO, Paik A, Rosen RC. Sexual dysfunction in the United States: prevalence and predictors. *JAMA* 1999;281:537-44.
3. O'Kane PD, Jackson G. Erectile dysfunction: is there silent obstructive coronary artery disease? *Int J Clin Pract* 2001;55:219-20.
4. Gazzaruso C, Giordanetti S, De Amici E et al. Relationship between erectile dysfunction and silent ischemia in apparently uncomplicated type 2 diabetic patients. *Circulation* 2004;110:22-26.
5. Conti CR, Pepine CJ, Sweeney M. Efficacy and safety of sildenafil citrate in the treatment of erectile dysfunction in patients with ischemic heart disease. *Am J Cardiol* 1999;83:29C-34C.
6. El-Sakka A, Morsy AM. Screening for ischemic heart disease in patients with erectile dysfunction: role of penile Doppler ultrasonography. *Urology* 2004;64:346-50.
7. Feldman HA, Goldstein I, Hatzichristou DG, Krane RJ, McKinlay JB. Impotence and its medical and psychosocial correlates: results of the Massachusetts Male Aging Study. *J Urol* 1994;151:54-61.
8. Santos DB, Moreira Jr ED, Abdo CHN, Wroclawski ER, Fittipaldi JAS. Epidemiologia da disfunção erétil no Brasil: resultados da pesquisa nacional do projeto avaliar. *Rev Bras Med* 2004(9):613-25.
9. Virag R, Bouilly P, Frydman D. Is impotence an arterial disorder? A study of arterial risk factors in 440 impotent men. *Lancet* 1985;1:181-4.
10. Jensen J, Lendorf A, Stimpel H, Frost J, Ibsen H, Rosenkilde P. The prevalence and etiology of impotence in 101 male hypertensive outpatients. *Am J Hypertens* 1999;12:271-5.
11. Rosen MP, Greenfield AJ, Walker TG. Arteriogenic impotence: findings in 195 impotent men examined with selective internal pudendal angiography. *Radiology* 1990;174:1043-8.
12. Sasayama S, Ishii N, Ishikura F et al. Men's Health Study. Epidemiology of erectile dysfunction and cardiovascular disease. *Circulation J* 2003;67:656-59.
13. Rosen RC, Cappetere JC, Smith MD, Lipsky J, Pena BM. Development and evaluation of an abridged, 5-item version of the International Index of Erectile Function (IIEF-5) as a diagnostic tool for erectile dysfunction. *Int J Impot Res* 1999;11:319-26.
14. NIH Consensus Conference. Impotence: NIH Consensus Development Panel on impotence. *JAMA* 1993;270:83-90.
15. Benet AE, Melman A. The epidemiology of erectile dysfunction. *Urol Clin North Am* 1995;22:699-709.

Anexo 3 – Original utilizado na construção da Atividade Extraclasses II.

Physical fitness and vegetarian diets: is there a relation?^{1,2}

David C Nieman

ABSTRACT The available evidence supports neither a beneficial nor a detrimental effect of a vegetarian diet on physical performance capacity, especially when carbohydrate intake is controlled for. Concerns have been raised that an emphasis on plant foods to enhance carbohydrate intake and optimize body glycogen stores may lead to increases in dietary fiber and phytic acid intake to concentrations that reduce the bioavailability of several nutrients, including zinc, iron, and some other trace minerals. There is no convincing evidence, however, that vegetarian athletes suffer impaired nutrient status from the interactive effect of their heavy exertion and plant-food based dietary practices to the extent that performance, health, or both are impaired. Although there has been some concern about protein intake for vegetarian athletes, data indicate that all essential and nonessential amino acids can be supplied by plant food sources alone as long as a variety of foods is consumed and the energy intake is adequate. There has been some concern that vegetarian female athletes are at increased risk for oligomenorrhea, but evidence suggests that low energy intake, not dietary quality, is the major cause. In conclusion, a vegetarian diet per se is not associated with improved aerobic endurance performance. Although some concerns have been raised about the nutrient status of vegetarian athletes, a varied and well-planned vegetarian diet is compatible with successful athletic endeavor. *Am J Clin Nutr* 1999;70(suppl):570S–5S.

KEY WORDS Exercise, endurance, athlete, carbohydrate, meat, iron, protein, creatine, vegetarian diet, humans

EFFECT OF A VEGETARIAN DIET ON PERFORMANCE

Vegetarian dietary practices have been associated with many health benefits, including lower death rates from ischemic heart disease, diabetes, and certain forms of cancer (1–6) and lower risks of dyslipidemia, hypertension, and obesity (7–10). Most vegetarians have higher intakes of fruit and vegetables, dietary fiber, antioxidant nutrients, phytochemicals, and folic acid than do nonvegetarians, and lower intakes of saturated fat and cholesterol (11–14), which have been related to lower risk of chronic disease (15–20).

The question of whether the multiple benefits of vegetarian dietary practices extend to enhanced physical fitness and performance has been explored since the early 20th century, when a few simple studies reported greater muscular endurance in vegetarians than in nonvegetarian subjects, but these results were not confirmed in subsequent research (21). In 1970, Cotes et al (22) compared thigh-muscle width, pulmonary function measures,

and cardiorespiratory response to submaximal cycle ergometry exercise in 14 vegan and 86 nonvegetarian women. Ventilation responses during rest or exercise did not differ between the groups, and thigh muscle width was similar. The authors concluded that the lack of animal protein did not impair the physiologic response to submaximal exercise.

Williams (23) studied the effect of a vegetarian diet on running performance (5–8-km test runs). The subjects completed the runs before and after the 2-wk test diet, and then again 2 wk after resuming a nonvegetarian diet. No significant differences in performance were found between the trials, suggesting that the vegetarian diet had neither a beneficial nor a detrimental effect on aerobic endurance.

Physical fitness, anthropometric, and metabolic indexes were compared by Hanne et al (24) in 49 vegetarian and 49 nonvegetarian male and female Israeli athletes who were matched for age, sex, body size, and athletic activities. No significant differences were found between groups in pulmonary function, aerobic and anaerobic capacities, arm and leg circumferences, hand grip and back strength, hemoglobin, or total serum protein.

Twenty-one overweight women consumed a lactoovo-vegetarian diet for 5 wk in which all meals were prepared, weighed, and served in a research kitchen (25). Half of the subjects were randomly assigned to an exercise program of walking, jogging, or both (five 45-min sessions/wk at an intensity of 60% $\dot{V}O_{2\max}$) whereas the other half remained sedentary. Submaximal and maximal cardiorespiratory measures improved significantly in those who exercised, but no improvement was seen in the women who consumed the vegetarian diet without exercise.

Snyder et al (26) studied 2 groups of female runners who were matched for age, weight, and distance run per week. One group regularly consumed a semivegetarian diet (<100 g red meat/wk) whereas the other group consumed a diet that included red meat. No significant difference in maximal aerobic capacity was found between the 2 groups.

A series of reports has been published about 110 runners who competed in a 1000-km race conducted over a 20-d period in West Germany (27–29). Before and during the race, 60 of the runners consumed a conventional Western diet and 50 consumed

¹From the Department of Health, Leisure, and Exercise Science, Appalachian State University, Boone, NC.

²Reprints not available. Address correspondence to DC Nieman, Department of Health, Leisure, and Exercise Science, Appalachian State University, Boone, NC 28608. E-mail: niemandc@appstate.edu.

TABLE 1

Dietary, hematological, and metabolic comparisons between vegetarian and nonvegetarian healthy, nonobese, physically active, elderly women¹

Characteristic	Vegetarians (n = 19)	Nonvegetarians (n = 12)
Age (y)	72.3 ± 1.4	69.5 ± 1.0
BMI (kg/m ²)	22.5 ± 0.6	24.2 ± 0.8
Sum of 3 skinfold thicknesses (mm)	71.7 ± 5.1	85.2 ± 5.5
Dietary		
Energy (kJ/kg body wt)	100.4 ± 6.7	95.8 ± 9.2
Carbohydrate (% of total energy)	61.4 ± 1.6	48.9 ± 1.7 ²
Fat (% of total energy)	30.4 ± 1.2	36.9 ± 2.0 ²
Cholesterol (mg/MJ)	15.1 ± 2.5	32.7 ± 2.9 ²
Hematologic		
Hemoglobin (g/L)	144 ± 2	146 ± 3
Glucose (mmol/L)	4.60 ± 0.9	5.13 ± 0.1 ²
Total cholesterol (mmol/L)	5.41 ± 0.20	6.48 ± 0.29 ²
Metabolic		
Systolic blood pressure (mm Hg)	145 ± 4	142 ± 5
$\dot{V}O_{2\max}$ (ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹)	23.8 ± 1.5	21.9 ± 0.8
Maximal ventilation (L/min)	52.9 ± 3.8	51.2 ± 3.4

¹Data from reference 30.

²Significantly different from vegetarians, $P < 0.05$ (Student's t test).

a lactoovovegetarian diet. During the race, the diets for both groups were formulated to ensure a similar intake of carbohydrate by both groups ($\approx 60\%$ of total energy). Diet had no effect on the performance of the runners: half of each group finished the 20-d race, the order of finishers was not influenced by the diet, and the average running time of the vegetarian runners was not significantly different from that of the nonvegetarians.

Nineteen long-term vegetarian (mean duration vegetarianism 46 y) and 12 nonvegetarian healthy, physically active elderly women (mean age: 71 y) were compared on the basis of a variety of hematologic, anthropometric, and metabolic factors (30) (Table 1). Although the vegetarian subjects had significantly lower blood glucose and cholesterol concentrations, no differences between groups were found for submaximal and maximal cardiorespiratory and electrocardiographic indexes measured during graded treadmill testing. The authors concluded that a long-term vegetarian diet may be associated with several benefits, but these do not include improved cardiorespiratory fitness.

Two reports were published on a study in 8 well-trained, male athletes in Denmark who consumed either a lactoovovegetarian or a nonvegetarian diet for 6 wk in a crossover design (31, 32). Both diets consisted of 57% of total energy as carbohydrates, 14% as protein, and 29% as fat. Maximal aerobic capacity, aerobic endurance time to exhaustion, muscle glycogen concentrations, and isometric strength were not affected significantly by changes in the diet (Figure 1).

Animal product intake was measured and related to $\dot{V}O_{2\max}$ in a group of 80 women who varied widely in age (27–72 y), body mass (52–156 kg), maximal aerobic power (12.7–50.7 mL · kg⁻¹ · min⁻¹), meat intake (1.1–31.6 meat exchanges/d), milk intake (0–4.2 milk exchanges/d), dietary cholesterol (30–530 mg/d), and vitamin B-12 intake (0.8–14.4 μ g/d) (33). Maximal aerobic power was not related with meat intake ($r = -0.13$, $P = 0.324$), an animal product index created by combining meat and milk exchanges ($r = -0.127$, $P = 0.339$), dietary cholesterol ($r = -0.160$, $P = 0.239$), or vitamin B-12 intake ($r = 0.065$, $P = 0.635$). A multiple regression analy-

sis, using models to control for age and body composition, failed to alter these findings.

Together, these studies indicate that a vegetarian diet, even when practiced for several decades, is neither beneficial nor detrimental to cardiorespiratory endurance, especially when carbohydrate intake, age, training status, body weight, and other confounders are controlled for.

SPECIAL CONCERNS FOR ATHLETES CONSUMING VEGETARIAN DIETS

Endurance athletes have been urged to emphasize carbohydrates in their diet to optimize muscle and liver glycogen stores (34). At the high intensities necessary for athletic training and competition, the metabolism of body carbohydrate reserves provides the major fuel for muscle contraction and when these carbohydrate reserves reach low concentrations, the result is fatigue (35). Carbohydrate intakes of ≈ 500 –800 g/d (8–10 g · kg body wt⁻¹ · d⁻¹) and as 60–70% of energy intake have been recommended for athletes training intensively for >60 –90 min/d (34–36).

A near-vegetarian diet is often necessary for athletes to take advantage of high-carbohydrate plant foods such as cereals, pasta, grains, dried fruits, and legumes. In one study, $>75\%$ of 347 marathon runners reported higher intake of fruit, vegetables, and whole grains and lower intakes of red meat and eggs compared with their prerunning dietary habits (37). Nonetheless, in most studies, carbohydrate intakes by endurance athletes fall below recommended amounts, although there are some noteworthy exceptions (eg, Tarahumara Indian ultramarathon runners and triathletes) (34, 37, 38).

Iron, zinc, and trace minerals

Concerns have been raised that an emphasis on the consumption of plant foods to enhance carbohydrate intakes by athletes may increase dietary fiber and phytic acid intakes to concentrations that reduce the bioavailability of several nutrients, including zinc, iron, and some trace minerals (39, 40). Furthermore,

FIGURE 1. Total endurance time to exhaustion on a cycle ergometer or treadmill among 8 athletes who consumed a vegetarian or nonvegetarian diet for 6 wk each in a crossover design. Carbohydrate intake was kept the same for each dietary regimen (57% of total energy). There were no significant differences between groups. Data from reference 32.

572S

NIEMAN

nonheme iron from plant food sources is more poorly absorbed than is heme iron from animal products, increasing the risk of sports anemia in endurance athletes, who are already at high risk of iron deficiency resulting from exercise-induced iron losses (34). These concerns may be especially apparent in certain subgroups such as female adolescent athletes (41).

Most studies of long-term vegetarian nonathletes who avoid dietary extremes indicate that despite the apparent lower bioavailability of some minerals, the iron, zinc, and trace element status (as measured in serum, hair, and urine) appears to be adequate (42, 43). Dietary intake of iron is typically above recommended amounts in vegetarians, but serum ferritin concentrations and other iron-status indicators are often lower than those in nonvegetarians, although anemia is rare (11, 44–49).

Although inhibitors of dietary iron absorption are present in plant-based foods, such as phytates in grains and tannic acid in tea, plant foods also contain enhancers of dietary iron absorption, such as vitamin C and citric acid found in fruit and vegetables (14, 43). Although considered controversial, there is some evidence that a reduction in body iron stores may be associated with reduced risks of both coronary artery disease and cancer (50–52). Thus, the lower ferritin concentrations found in vegetarians may actually be advantageous, but further research is needed before this hypothesis can be accepted.

Various groups of athletes have been reported to be at risk of iron deficiency, although, as in vegetarians, iron deficiency anemia is rare (34, 53, 54). There is a growing consensus, however, that mild iron deficiency has little or no meaningful effect on the health or performance capabilities of athletes (34). Low intake of dietary iron, increased hemolysis, decreased iron absorption, and increased iron loss in sweat, feces, and urine have all been implicated as factors that may reduce body iron stores in some athletes, especially females (34, 53). In one large study of 1743 Finnish men, the duration and frequency of physical activity were associated inversely with serum ferritin concentrations (51). The authors speculated that reducing the amount of stored iron could be one mechanism through which exercise training decreases the risk of coronary artery disease (50, 51).

There has been some concern that vegetarian female endurance athletes may be at special risk of iron deficiency (39, 40). A significant proportion (30–50%) of endurance athletes, especially women, have been reported to be semivegetarians with low intakes of meat products (26, 39). Snyder et al (26) compared iron status in 9 nonvegetarian and 9 semivegetarian female runners and reported lower serum ferritin and higher total-iron-binding capacity in the semivegetarians. Serum iron, percentage transferrin saturation, and hemoglobin concentrations, however, were not significantly different between the groups.

Seiler et al (28) also reported lower ferritin concentrations in vegetarian than in nonvegetarian runners, both male and female. However, no impairment in ability to compete in a 20-d, 1000-km race was measured in the vegetarian runners. During the 1000-km race, dietary iron intake was higher in the vegetarian group, but the iron was of the nonheme variety from legumes, dried fruit, nuts, vegetables, and grain products. High intake of vitamin C together with the avoidance of tea appeared to enhance iron absorption because blood indicators of iron status were similar in the vegetarian and nonvegetarian runners (29). The Tarahumara Indians of Mexico, renowned for their extraordinary endurance as long-distance runners, have been found to have normal blood hemoglobin concentrations despite diets that consist of 90% corn

and pinto beans (38, 55). In the study of 8 athletes who consumed a vegetarian or nonvegetarian diet for 6 wk (crossover design), despite an extremely high fiber intake while consuming the vegetarian diet (98 and 47 g/d, respectively), blood hemoglobin, serum iron, and serum transferrin concentrations did not differ significantly between dietary groups (31, 32).

Despite the lower bioavailability of some trace elements such as zinc, copper, manganese, and selenium in vegetarian diets, most studies have failed to show that vegetarians have impaired trace element status (14, 42). It appears that the bodies of vegetarians can adapt by increasing the absorption of trace elements, although concerns have been raised that adolescents, who have higher zinc requirements for growth, who consume vegetarian diets may have suboptimal zinc status (42, 48).

Several studies have shown that acute exercise alters blood concentrations of trace elements, suggesting that exercise leads to a redistribution of body tissues (56, 57). There is some evidence that an acute bout of exercise increases urinary zinc excretion (56). However, most studies have failed to find that indicators of trace element status are different between athletes and nonathletes (57). Concerns have been raised that athletes, especially adolescents, who avoid meat may have difficulty maintaining adequate amounts of zinc in their bodies (40). Insufficient data exist to determine whether these concerns are warranted. Beef, pork, and poultry are major sources of zinc in the United States (58). Milk and cereal products, legumes, and nuts are also good sources of zinc, but the zinc in these sources is less bioavailable than that in meat (40, 56, 58).

Vegetarian athletes should eat foods with ample amounts of iron and zinc (eg, fortified breakfast cereals, legumes, and nuts and seeds), include vitamin C sources with each meal, and avoid heavy tea intake (40). Iron, zinc, and trace element supplementation may be necessary for some vegetarian athletes who have poor diets, but the supplements should include no more than 100% of the recommended dietary allowance to avoid negative interactions with the absorption or function of other nutrients (56, 59).

Although there are some concerns about the trace-mineral status of vegetarian athletes, their dietary practices may be of benefit in another area of current interest in sports nutrition (13). There is increasing evidence that heavy exertion produces an oxidative stress that leads to the generation of oxygen free radicals and lipid peroxidation (60–63). Antioxidant enzymes provide the first line of defense, with antioxidant nutrients such as vitamins E, C, and A providing a second line of defense (62). Chronic physical training augments the physiologic antioxidant defenses in several tissues (61). People who exercise regularly and intensely should eat foods rich in antioxidants (60). Vegetarian athletes with high intakes of fruit, vegetables, and whole grains have a special advantage. The role of antioxidant supplements is still controversial (63).

Protein and creatine

All essential and nonessential amino acids can be supplied by plant food sources alone as long as a variety of foods is consumed and energy intake is adequate to meet needs (14, 64). The American Dietetic Association (14) has advised that consciously combining various plant foods within a given meal is unnecessary.

Although most vegetarian diets meet or exceed dietary recommendations for protein, they often provide less protein than do nonvegetarian diets (12, 26, 44, 49). Concerns have been raised that vegetarian athletes may have intakes that fall below

the added demands created by heavy exertion (39, 65). Studies indicate that athletes benefit from diets containing more protein than the current RDA of $0.8 \text{ g} \cdot \text{kg body wt}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$; strength-training athletes probably need $\approx 1.4\text{--}1.8 \text{ g} \cdot \text{kg body wt}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ and endurance athletes $\approx 1.2\text{--}1.4 \text{ g} \cdot \text{kg body wt}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ (65). Most athletes are able to meet these extra demands without protein supplementation by keeping dietary protein near 15% of total energy intake (65). Vegan athletes can achieve optimal protein intake by careful planning, with an emphasis on protein-rich plant foods such as legumes, nuts and seeds, and whole-grain products.

Creatine supplementation has been suggested as an ergogenic aid for athletes who engage in repeated bouts of short-term, high-intensity exercise (66, 67). Creatine is found in large quantities in skeletal muscle and binds to a significant amount of phosphate, providing an immediate source of energy in muscle cells (adenosine 5'-triphosphate). The purpose of consuming supplemental creatine is to increase the skeletal muscle creatine content in the hope that some of the extra creatine binds with phosphate and thus increases muscle-phosphocreatine content. During repeated bouts of high-intensity exercise (eg, five 30-s bouts of sprinting or cycling exercise separated by 1–4 min of rest), the increased availability of phosphocreatine may improve resynthesis and degradation rates, leading to greater anaerobic adenosine 5'-triphosphate turnover and greater high-power exercise performance (66).

The estimated daily requirement of creatine is $\approx 2 \text{ g}$. Nonvegetarians typically get $\approx 1 \text{ g}$ creatine/d from the various meats they ingest and the body synthesizes 1 g in the liver, kidney, and pancreas, using the amino acids arginine and glycine as precursors. Vegetarians generally have low body creatine pools, suggesting that inadequate dietary creatine from meat sources is not compensated for by increased endogenous creatine production (67).

Various studies have shown that consuming $\approx 20\text{--}25 \text{ g}$ creatine/d for 5–6 consecutive days significantly increases muscle creatine in most people, especially those with low amounts to begin with, ie, vegetarians (66–68). Four to 5 doses of 5 g each are usually consumed by dissolving 5 g creatine in $\approx 250 \text{ mL}$ of a beverage throughout the day. Each 5-g dose of creatine is the equivalent of 1.1 kg fresh, uncooked steak. Creatine supplementation for up to 8 wk has not been associated with major health risks, but the safety of prolonged creatine supplementation has not been established (66–71).

Some but not all studies have shown that supplemental creatine improves power performance during repeated bouts of short-term sprinting, cycling, and swimming (66–71). A recent randomized, double-blind study in vegetarian subjects failed to show any effect of creatine on power performance (69). Additional laboratory and field research is needed to help resolve the conflicting findings regarding the ergogenic efficacy of creatine supplementation (71). Creatine supplementation has no effect on aerobic exercise metabolism and performance (66, 67).

Hormonal alterations

High-fiber, low-fat vegetarian diets have been associated with reduced blood estrogen concentrations and increased menstrual irregularity (72–75). Frequent, vigorous exercise has also been related to menstrual irregularities (34). About 5–20% of women who exercise regularly and vigorously and $\approx 50\text{--}65\%$ of competitive athletes may develop oligoamenorrhea. The causes are hotly debated, but may include low energy intake, depleted fat stores, and the effect of exercise itself on the hypothalamic-pituitary-

ovarian axis in female athletes (76, 77). Amenorrheic athletes typically have low concentrations of estradiol and progesterone and have hormonal profiles similar to those of postmenopausal women. The reduced concentrations of endogenous estrogen associated with athletic amenorrhea may prevent the formation of adequate bone density (34, 76, 77).

Two reports (published as letters) suggested that a significant proportion of female athletes with amenorrhea were vegetarians (78, 79). However, these were descriptive studies that could not determine whether the cause was the vegetarian diet, heavy exercise training, lower energy intake, or other factors. There is increasing evidence that low energy intake, not diet quality, is a major cause of oligoamenorrhea in female athletes, and that when brought into positive energy balance, hormonal profiles return to normal and menstruation resumes (80). Hanne et al (24) observed that when vegetarian female athletes are properly nourished, their menstrual cycle function is normal compared with that of matched nonvegetarian control subjects.

CONCLUSION

A vegetarian diet per se is not associated with improved aerobic endurance performance; however, other benefits make this dietary regimen worthy of consideration by serious athletes. A plant-based diet facilitates high-carbohydrate intake, which is essential to support prolonged exercise. A well-planned vegetarian diet can provide athletes with adequate amounts of all known nutrients, although the potential for suboptimal iron, zinc, trace element, and protein intake exists if the diet is too restrictive. However, this concern exists for all athletes, vegetarian or non-vegetarian, who have poor dietary habits. Athletes who consume diets rich in fruit, vegetables, and whole grains receive high amounts of antioxidant nutrients that help reduce the oxidative stress associated with heavy exertion. Whereas athletes are most often concerned with performance, vegetarian diets also provide long-term health benefits and a reduction in risk of chronic disease. In 2 studies, a combination of regular physical activity and vegetarian dietary practices resulted in lower mortality rates did than a vegetarian diet or exercise alone (2, 81).

REFERENCES

1. Thorogood M, Mann J, Appleby P, McPherson K. Risk of death from cancer and ischemic heart disease in meat and non-meat eaters. *BMJ* 1994;308:1667–70.
2. Fraser GE, Lindsted KD, Beeson WL. Effect of risk factor values on lifetime risk of and age at first coronary event. The Adventist Health Study. *Am J Epidemiol* 1995;142:746–58.
3. Burr ML, Sweetnam PM. Vegetarianism, dietary fiber, and mortality. *Am J Clin Nutr* 1982;36:873–7.
4. Snowdon DA, Phillips RL, Fraser GE. Meat consumption and fatal ischemic heart disease. *Prev Med* 1984;13:490–500.
5. Snowdon DA, Phillips RL. Does a vegetarian diet reduce the occurrence of diabetes? *Am J Public Health* 1985;75:507–12.
6. Giovannucci E, Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, Ascherio A, Willett WC. Intake of fat, meat, and fiber in relation to risk of colon cancer in men. *Cancer Res* 1994;54:2390–7.
7. Appleby PN, Thorogood M, McPherson K, Mann JI. Associations between plasma-lipid concentration and dietary, lifestyle and physical factors in the Oxford Vegetarian Study. *J Human Nutr Diet* 1995;8:305–14.
8. Melby CL, Toohy ML, Cebrick J. Blood pressure and blood lipids

- among vegetarian, semivegetarian, and nonvegetarian African Americans. *Am J Clin Nutr* 1994;59:103-9.
9. Thorogood M, Carter R, Benfield L, McPherson K, Mann JI. Plasma lipids and lipoprotein cholesterol concentrations in people with different diets in Britain. *BMJ* 1987;295:351-3.
10. Levin N, Rattan J, Gilat T. Energy intake and body weight in ovo-lacto vegetarians. *J Clin Gastroenterol* 1986;8:451-3.
11. Nieman DC, Underwood BC, Sherman KM, et al. Dietary status of Seventh-Day Adventist vegetarian and non-vegetarian elderly women. *J Am Diet Assoc* 1989;89:1763-9.
12. Millet P, Guillaud JC, Fuchs F, Klepping J. Nutrient intake and vitamin status of healthy French vegetarians and nonvegetarians. *Am J Clin Nutr* 1989;50:718-27.
13. Krajcovicova-Kudlackova M, Simoncic R, Babinska K, et al. Selected vitamins and trace elements in blood of vegetarians. *Ann Nutr Metab* 1995;39:334-9.
14. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *J Am Diet Assoc* 1993;93:1317-9.
15. Key TJA, Thorogood M, Appleby PN, Burr ML. Dietary habits and mortality in 11,000 vegetarians and health conscious people: results of a 17 year follow up. *BMJ* 1996;313:775-9.
16. Pietinen P, Rimm EB, Korhonen P, et al. Intake of dietary fiber and risk of coronary heart disease in a cohort of Finnish men. The Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study. *Circulation* 1996;94:2720-7.
17. Rimm EB, Ascherio A, Giovannucci E, Spiegelman D, Stampfer MJ, Willett WC. Vegetable, fruit, and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men. *JAMA* 1996;275:447-51.
18. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: phytochemicals and functional foods. *J Am Diet Assoc* 1995;95:493-6.
19. Steinmetz KA, Potter JD. Vegetables, fruit, and cancer prevention: a review. *J Am Diet Assoc* 1996;96:1027-39.
20. White R, Frank E. Health effects and prevalence of vegetarianism. *West J Med* 1994;160:465-71.
21. Nieman DC. Vegetarian dietary practices and endurance performance. *Am J Clin Nutr* 1988;48:754-61.
22. Cotes JE, Dabbs JM, Hall AM, et al. Possible effect of a vegan diet upon lung function and the cardiorespiratory response to submaximal exercise in healthy women. *J Physiol* 1970;209:30P-2P.
23. Williams MH. Nutritional aspects of human physical and athletic performance. Springfield, IL: Charles C Thomas Publisher, 1985:415-6.
24. Hanne N, Dlin R, Rotstein A. Physical fitness, anthropometric and metabolic parameters in vegetarian athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 1986;26:180-5.
25. Nieman DC, Haig JL, De Guia ED, Dizon GP, Register UD. Reducing diet and exercise training effects on resting metabolic rates in mildly obese women. *J Sports Med Phys Fitness* 1988;28:79-88.
26. Snyder AC, Dvorak LL, Roepke JB. Influence of dietary iron source on measures of iron status among female runners. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21:7-10.
27. Nagel D, Seller D, Franz H, Leitzmann C, Jung K. Effects of an ultra-long (1000 km) race on lipid metabolism. *Eur J Appl Physiol* 1989;59:16-20.
28. Seiler D, Nagel D, Franz H, Hellstern P, Leitzmann C, Jung K. Effects of long-distance running on iron metabolism and hematological parameters. *Int J Sports Med* 1989;10:357-62.
29. Eisinger M. Nutrient intake of endurance runners with lacto-ovo vegetarian diet and regular Western diet. *Z Ernahrungswiss* 1994;33:217-29.
30. Nieman DC, Sherman KM, Arabatzis K, et al. Hematological, anthropometric, and metabolic comparisons between vegetarian and nonvegetarian elderly women. *Int J Sports Med* 1989;10:243-50.
31. Richter EA, Kiens B, Raben A, Tvede N, Pedersen BK. Immune parameters in male athletes after a lacto-ovo-vegetarian diet and a mixed Western diet. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23:517-21.
32. Raben A, Kiens B, Richter EA, et al. Serum sex hormones and endurance performance after a lacto-ovo-vegetarian and a mixed diet. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:1290-7.
33. Nieman DC, Butterworth DE, Nehlsen-Cannarella SL, Henson DA, Fagoaga OR. Animal product intake and immune function. *Veg Nutr Int J* 1997;1:5-11.
34. Nieman DC. Fitness and sports medicine: a health-related approach. Mountain View, CA: Mayfield Publishing Company, 1999.
35. Coyle EF. Substrate utilization during exercise in active people. *Am J Clin Nutr* 1995;61(suppl):968S-79S.
36. Rauch LHG, Rodger I, Wilson GR, et al. The effects of carbohydrate loading on muscle glycogen content and cycling performance. *Int J Sports Nutr* 1995;5:25-36.
37. Nieman DC, Butler JV, Pollett LM, Dietrich SJ, Lutz RD. Nutrient intake of marathon runners. *J Am Diet Assoc* 1989;89:1273-8.
38. Cerqueira MT, Fry MM, Conner WE. The food and nutrient intakes of the Tarahumara Indians of Mexico. *Am J Clin Nutr* 1979;32:905-15.
39. Ruud JS. Vegetarianism: implications for athletes. Omaha: International Center for Sports Nutrition, 1990.
40. Kleiner SM. The role of meat in an athlete's diet: its effect on key macro- and micronutrients. *Sports Sci Exch* 1995;8:1-6.
41. American Dietetic Association. Timely statement of the American Dietetic Association: nutrition guidance for adolescent athletes in organized sports. *J Am Diet Assoc* 1996;96:611-2.
42. Gibson RS. Content and bioavailability of trace elements in vegetarian diets. *Am J Clin Nutr* 1994;59(suppl):1223S-32S.
43. Craig WJ. Iron status of vegetarians. *Am J Clin Nutr* 1994;59(suppl):1233S-7S.
44. Alexander D, Ball MJ, Mann J. Nutrient intake and hematological status of vegetarians and age-sex matched omnivores. *Eur J Clin Nutr* 1994;48:538-46.
45. Nathan I, Hackett AF, Kirby S. The dietary intake of a group of vegetarian children aged 7-11 years compared with matched omnivores. *Br J Nutr* 1996;75:533-44.
46. Lowik MR, Schrijver J, Odink J, Van Den Berg H, Wedel M. Long-term effects of a vegetarian diet on the nutritional status of elderly people (Dutch Nutrition Surveillance System). *J Am Coll Nutr* 1990;9:600-9.
47. Brants HA, Lowik MR, Westenbrink S, Hulshof KF, Kistemaker C. Adequacy of a vegetarian diet at old age (Dutch Nutrition Surveillance System). *J Am Coll Nutr* 1990;9:292-302.
48. Donovan UM, Gibson RS. Iron and zinc status of young women aged 14 to 19 years consuming vegetarian and omnivorous diets. *J Am Coll Nutr* 1995;14:463-72.
49. Janelle KC, Barr SI. Nutrient intakes and eating behavior scores of vegetarian and nonvegetarian women. *J Am Diet Assoc* 1995;95:180-6, 189.
50. Salonen JT, Nyyssönen K, Korpella H, et al. High stored iron levels are associated with excess risk of myocardial infarction in eastern Finnish men. *Circulation* 1992;86:803-11.
51. Lakka TA, Nyyssönen K, Salonen JT. Higher levels of conditioning leisure time physical activity are associated with reduced levels of stored iron in Finnish men. *Am J Epidemiol* 1994;140:148-60.
52. Stevens RG, Jones Y, Micozzi MS, Taylor PR. Body iron stores and the risk of cancer. *N Engl J Med* 1988;319:1047-52.
53. Selby GB, Eichner ER. Hematocrit and performance: the effect of endurance training on blood volume. *Semin Hematol* 1994;31:122-7.
54. Nachtigall D, Nielsen P, Fischer R, Engelhardt R, Gabbe EE. Iron deficiency in distance runners: a reinvestigation using ⁵⁹Fe-labelling and non-invasive liver iron quantification. *Int J Sports Med* 1996;17:473-9.
55. Balke B, Snow C. Anthropological and physiological observations on Tarahumara endurance runners. *Am J Phys Anthropol* 1965;23:293-301.

56. Clarkson PM, Haymes EM. Trace mineral requirements for athletes. *Int J Sport Nutr* 1994;4:104-19.
57. Fogelholm M. Indicators of vitamin and mineral status in athletes' blood: a review. *Int J Sports Nutr* 1995;5:267-84.
58. Mares-Perlman JA, Subar AF, Block G, Greger JL, Luby MH. Zinc intake and sources in the US adult population: 1976-1980. *J Am Coll Nutr* 1995;14:349-57.
59. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: vitamin and mineral supplementation. *J Am Diet Assoc* 1996;96:73-7.
60. Clarkson PM. Antioxidants and physical performance. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1995;35:131-41.
61. Sen CK. Oxidants and antioxidants in exercise. *J Appl Physiol* 1995;79:675-86.
62. Ji LL. Exercise and oxidative stress: role of the cellular antioxidant systems. *Exerc Sport Sci Rev* 1995;23:135-66.
63. Kanter M. Free radicals and exercise: effects of nutritional antioxidant supplementation. *Exerc Sport Sci Rev* 1995;23:375-97.
64. Young VR, Pellett PL. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *Am J Clin Nutr* 1994;59(suppl):1203S-12S.
65. Lemon PWR. Do athletes need more dietary protein and amino acids? *Int J Sport Nutr* 1995;5:S39-61.
66. Greenhaff PL. Creatine and its application as an ergogenic aid. *Int J Sport Nutr* 1995;5:S100-10.
67. Maughan RJ. Creatine supplementation and exercise performance. *Int J Sport Nutr* 1995;5:94-101.
68. Hultman E, Söderlund K, Timmons JA, Cederblad G, Greenhaff PL. Muscle creatine loading in men. *J Appl Physiol* 1996;81:232-7.
69. Clarys PM, Zinzen EM, Hebbelinck M, Verlinden M. The effect of oral creatine supplementation on torque production in a vegetarian and a non-vegetarian population: a double blind study. *Veg Nutr Int J* 1997;1:100-5.
70. Burke LM, Pyne DB, Telford RD. Effect of oral creatine supplementation on single-effort sprint performance in elite swimmers. *Int J Sport Nutr* 1996;6:222-33.
71. Williams MH, Branch JD. Creatine supplementation and exercise performance: an update. *J Am Coll Nutr* 1998;17:216-34.
72. Bagga D. Effects of a very low-fat, high-fiber diet on serum hormones and menstrual function—implications for breast cancer prevention. *Cancer* 1995;76:2491-6.
73. Pedersen AB, Bartholomew MJ, Dolence LA, Aljadir LP, Netteburg KL, Lloyd T. Menstrual differences due to vegetarian and nonvegetarian diets. *Am J Clin Nutr* 1991;53:879-85.
74. Barbosa JC, Shultz TD, Filley SJ, Nieman DC. The relationship among adiposity, diet, and hormone concentrations in vegetarian and nonvegetarian postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 1990;51:798-803.
75. Goldin BR, Adlercreutz H, Gorbach SL, et al. Estrogen excretion patterns and plasma levels in vegetarian and omnivorous women. *N Engl J Med* 1982;307:1542-7.
76. Yeager KK, Agostini R, Nattiv A, Drinkwater B. The female athlete triad: disordered eating, amenorrhea, osteoporosis. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:775-7.
77. Loucks AB, Vaitukaitis J, Cameron JL, et al. The reproductive system and exercise in women. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24(suppl):S288-92.
78. Brooks SM, Sanborn CF, Albrecht BH, Wagner WW. Diet in athletic amenorrhea. *Lancet* 1984;1:559-60 (letter).
79. Slavin J, Lutter J, Cushman S. Amenorrhea in vegetarian athletes. *Lancet* 1984;1:1474-5 (letter).
80. Dueck CA, Matt KS, Manore MM, Skinner JS. Treatment of athletic amenorrhea with a diet and training intervention program. *Int J Sport Nutr* 1996;6:24-40.
81. Chang-Claude J, Frentzel-Beyme R. Dietary and lifestyle determinants of mortality among German vegetarians. *Int J Epidemiol* 1993;22:228-36.

Anexo 4 – Original utilizado na construção do Apêndice F.

Recebido em 06/12/04. Aceito em 20/05/05

Revista Brasileira de Farmacognosia
Brazilian Journal of Pharmacognosy
15(2): 94-97, Abr./Jun. 2005

Artigo

Efeitos agudos dos extratos hidroalcoólicos do alho (*Allium sativum* L.) e do capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) sobre a pressão arterial média de ratos anestesiados

G. Singi^{1*}, D.D. Damasceno¹, E.D. D'Andréa¹, G.A. Silva²

¹Departamento de Ciências Biológicas, Escola de Farmácia e Odontologia de Alfenas, Centro Universitário Federal, Rua Gabriel Monteiro da Silva, 714, Centro, 37130-000, Alfenas, MG, Brasil,

²Departamento de Farmácia, Escola de Farmácia e Odontologia de Alfenas, Centro Universitário Federal, Rua Gabriel Monteiro da Silva, 714, Centro, 37130-000, Alfenas, MG, Brasil

RESUMO: Este trabalho objetivou verificar os efeitos da aplicação aguda endovenosa dos extratos hidroalcoólicos de *Allium sativum* e de *Cymbopogon citratus* sobre a pressão arterial de ratos. Foram usados *Rattus norvegicus albinus*, n=7, anestesiados, traqueostomizados e canulados através da veia jugular e da artéria carótida. Foram injetadas doses de 1 mg dos extratos separadamente e em associação (1mg + 1mg), em volumes de 0,2mL. A pressão arterial média (PAM) foi registrada com um sistema Biopac, modelo MP100. O *Allium sativum* diminuiu a PAM de 124±2 mmHg, no controle, para 108±2 mmHg aos 15s. Da mesma forma, o *Cymbopogon citratus* diminuiu a PAM de 122±2 mmHg, no controle, para 106±2 mmHg aos 15s. A associação de ambos também diminuiu a PAM de 126±3 mmHg, no controle, para 113±3 mmHg aos 15s. Os efeitos das duas plantas foram iguais e não foram incrementados quando associadas.

Unitermos: *Allium sativum*, *Cymbopogon citratus*, pressão arterial.

ABSTRACT: "Acute effects of *Allium sativum* L. and *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf hydroalcoholic extracts on arterial blood pressure of anesthetized rats". This work aimed to verify the effects of acute intravenous applications of *Allium sativum* and *Cymbopogon citratus* hydroalcoholic extracts on arterial blood pressure of anesthetized rats. Adult male rats (*Rattus norvegicus albinus*), n=7, were used. The rats were anesthetized, tracheotomy and cannulation of both jugular and carotid were carried out. The injected doses were 1 mg separately as well as the association of both extracts, in volumes of 0,2 mL. The mean arterial blood pressure (MAP) was recorded with a Biopac System, model MP100. The *Allium sativum* decreased the MAP only from 124±2 mmHg (control) to 108±2 mmHg at 15s. The *Cymbopogon citratus* also decreased the MAP from 122±2 mmHg (control) to 106±2 mmHg after 15s. The 1mg of *Allium sativum* + 1mg of *Cymbopogon citratus* also decreased the MAP from 126±3 mmHg (control) to 113±3 mmHg after 15s. The effects of the two plants were the same and were not increased when in association.

Keywords: *Allium sativum*, *Cymbopogon citratus*, arterial pressure.

INTRODUÇÃO

A fitoterapia é uma modalidade de tratamento medicinal que vem crescendo muito nestes últimos anos, produzindo uma movimentação financeira mundial de aproximadamente 22 bilhões de dólares (Yunes et al., 2001). Um dos fatores que contribui para isto é o alto custo dos medicamentos industrializados (Brandão et al., 1998). No Brasil, esse fato fica evidente quando se observa que mais de 50% da sua população fazem uso de plantas medicinais e de produtos fitoterápicos (Soares, 2002), inclusive para tratamento da hipertensão arterial.

A hipertensão arterial é uma doença altamente prevalente em nosso meio, atingindo cerca de 15 a 20% da população adulta com mais de 18 anos, chegando a alcançar índices de 50% nos idosos (Mion Jr et al., 2001).

Uma das plantas usadas no tratamento da hipertensão arterial é o alho (*Allium sativum*) (Pantoja et al., 1991), que também apresenta efeitos natriurético e diurético (Pantoja et al., 2000), antiagregante plaquetário e fibrinolítico (Rahmami, 2001) e cardioprotetor na reperfusão e na isquemia (Pedrazza-Chaverri, 1998).

Outra planta que tem efeito sobre a pressão arterial é o capim-limão (*Cymbopogon citratus*), cuja ação anti-hipertensiva, e também diurética, foi citada por Carbajal et al. (1989). No Brasil, tem sido empregada popularmente como remédio para vários distúrbios gastrointestinais e nervosos, não apresentando efeitos tóxicos (Lorenzetti et al., 1991).

As ervas têm sido usadas no tratamento medicinal desde a origem da civilização, mas muitos remédios herbais não têm sido submetidos à cuidadosa avaliação científica,

* E-mail: glenan@int.efoa.br; Tel. + 55-35-32991303

e alguns causam sérios efeitos tóxicos, principalmente relacionados a interações farmacológicas entre drogas (Mashour et al., 1998). Por outro lado, costuma-se associar plantas com efeitos similares na tentativa de se aumentar a eficácia do tratamento. Na região de Bafia, pequena localidade situada a 120 km de Yaoundé, capital política do Camarão, costuma-se associar *Allium sativum* e *Cymbopogon citratus* no tratamento da hipertensão arterial (Noumi et al., 1999).

O presente trabalho objetivou verificar se a associação dos extratos hidroalcoólicos do alho e do capim-limão incrementa o efeito hipotensor de cada planta aplicada separadamente.

MATERIAL E MÉTODOS

Bulbos de alho (*Allium sativum* L., Liliaceae) e folhas de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf, Poaceae = Gramineae) foram colhidos no horto da Efoa/Ceufe. No laboratório de Plantas Medicinais e Fitoterápicos foi realizada a preparação dos extratos hidroalcoólicos pelo processo "A" descrito na Farmacopéia dos Estados Unidos do Brasil (1959), sendo o álcool etílico a 70% o líquido extrator. Os extratos foram evaporados num rotavapor MA120, Marconi, sob pressão de 600 mmHg e temperatura de 50 °C no banho Maria, liofilizados, armazenados, protegidos contra a luz e mantidos a -10 °C. As doses a serem administradas foram preparadas com solução salina, seus pHs ajustados para valor fisiológico (7,4) e filtradas antes das aplicações.

Ratos machos (*Rattus norvegicus albinus*), adultos (n=7) pesando em média 400 gramas, provenientes do biotério da Efoa/Ceufe, mantidos em jejum de 12 horas, foram utilizados como grupo experimental para a aplicação das doses, sendo que em cada animal foram injetadas doses do extrato hidroalcoólico do alho, do capim limão e da associação, tendo sido os animais anestesiados com pentobarbital sódico (30 mg/Kg, intraperitoneal) e, em seguida, traqueostomizados e realizada canulação da veia jugular direita, para aplicação dos extratos, e da artéria carótida esquerda para o registro da pressão arterial média (PAM), de acordo com metodologia descrita por Carbajal et al. (1989). Após procedimento cirúrgico, aguardava-se a estabilização das variáveis hemodinâmicas, o que ocorria em torno de 15 minutos,

para se iniciarem as aplicações.

Experimentos preliminares foram realizados para a obtenção das doses, sendo escolhida a de 1mg por apresentar efeito médio dentre duas outras (0,1 mg e 10 mg), ficando assim determinado: 1 mg de alho, 1 mg de capim-limão e a associação de 1mg de alho + 1 mg de capim-limão. O volume injetado foi de 0,2 mL, durante 5 segundos, seguindo-se a aplicação de 0,2 mL de salina para lavagem de possíveis resíduos na cânula. Antes da aplicação da dose inicial, foram injetados 0,4 mL de solução fisiológica como controle das condições hemodinâmicas dos animais (Figura 1). Quando os animais não apresentavam condições estáveis no controle, os experimentos eram descartados. O registro da PAM foi obtido através de um transdutor de pressão modelo TSD 104A, acoplado a um sistema Biopac MP 100 (Santa Bárbara-Califórnia), o qual foi ligado a um computador, possibilitando o registro em mmHg. Os resultados obtidos foram expressos como médias e erros padrões das médias e analisados estatisticamente pelo teste de "Student-Newman-Keuls", no controle (tempo 0) e nos tempos de 15, 30, 45, 60 e 120 segundos após a aplicação dos extratos, sendo considerados significativos valores com $p < 0,05$.

O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEEAA) da Efoa/Ceufe em reunião de 29/04/04.

RESULTADOS

A aplicação de 1 mg de *Allium sativum* reduziu a PAM ($p < 0,05$), passando de 124 ± 2 mmHg, no controle, para 108 ± 2 mmHg aos 15 segundos, tendo voltado ao controle somente aos 120s (Tabela 1, Figura 2).

A aplicação de 1 mg de *Cymbopogon citratus* também reduziu a PAM ($p < 0,05$), passando de 122 ± 2 mmHg, no controle, para 106 ± 2 mmHg aos 15 segundos, retornando da mesma forma ao controle aos 120s (Tabela 1, Figura 3). Não houve diferenças significativas entre os efeitos do *Allium sativum* e do *Cymbopogon citratus* sobre a PAM dos ratos anestesiados.

A aplicação de 1 mg de *Allium sativum* + 1 mg de *Cymbopogon citratus* reduziu a PAM ($p < 0,05$), passando de 126 ± 3 mmHg, no controle, para 113 ± 3 mmHg aos 15 segundos, retornando ao controle aos 60s. Os efeitos

Tabela 1. Efeitos da aplicação dos extratos hidroalcoólicos de *Allium sativum*, de *Cymbopogon citratus* e de suas associações sobre a pressão arterial média de ratos anestesiados (n=7). Valores expressos em mmHg como Média $\pm$ EPM.

	Controle	15s	30s	45s	60s	120s
<i>Allium sativum</i>	124 $\pm$ 2	108 $\pm$ 2*	117 $\pm$ 3	119 $\pm$ 3	120 $\pm$ 3	122 $\pm$ 3
<i>Cymbopogon citratus</i>	122 $\pm$ 2	106 $\pm$ 2*	113 $\pm$ 2	118 $\pm$ 3	119 $\pm$ 3	121 $\pm$ 3
<i>A. sativum</i> + <i>C. citratus</i>	126 $\pm$ 2	115 $\pm$ 3*	120 $\pm$ 2	123 $\pm$ 2	126 $\pm$ 2	127 $\pm$ 2

* Significativamente diferente em relação ao controle ($p < 0,05$).

Efeitos agudos dos extratos hidroalcoólicos do alho (*Allium sativum* L.) e do capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf)

Figura 1. Aplicação endovenosa de 0,4 ml de solução fisiológica para verificação e controle das condições hemodinâmicas de ratos anestesiados

Figura 2: Efeitos da aplicação aguda endovenosa de 1 mg do extrato hidroalcoólico de *Allium sativum* sobre a pressão arterial média de ratos anestesiados.

Figura 3: Efeitos da aplicação aguda endovenosa de 1 mg do extrato hidroalcoólico de *Cymbopogon citratus* sobre a pressão arterial média de ratos anestesiados.

Figura 4. Efeitos da aplicação aguda endovenosa da associação de 1 mg *Allium sativum* + 1 mg de *Cymbopogon citratus* sobre a pressão arterial média de ratos anestesiados.

da associação das duas plantas não foram diferentes em relação àqueles produzidos por elas separadamente (Tabela 1, Figura 4).

DISCUSSÃO

Objetivou-se no presente estudo verificar os efeitos agudos da administração endovenosa dos extratos hidroalcoólicos do *Allium sativum* e do *Cymbopogon citratus* sobre a pressão arterial de ratos anestesiados, bem como verificar se a associação deles poderia incrementar os efeitos separados. O efeito anti-hipertensivo do alho, demonstrado por vários autores em revisão literária de Banerjee e Marilik (2002), foi também observado neste estudo. As explicações para o mecanismo de ação deste efeito são apenas especulações. Alguns pesquisadores acreditam que o alho promove a liberação de óxido nítrico (Pedrazza-Chaverri et al., 1998), que, como se sabe, é um potente vasodilatador. Sharifi et al. (2003) sugerem para esta planta efeito inibidor da enzima conversora da angiotensina (ECA), enquanto que Al-Qattan et al. (2001) acreditam ter efeito na redução da síntese de prostanóides vasoconstritores.

O efeito anti-hipertensivo do capim-limão também foi observado neste estudo. Para Carbajal et al. (1989), este efeito não é devido a uma ação direta sobre os vasos nem a uma depressão cardíaca, porém o autor não sugere nenhuma explicação para o fenômeno. Sem dúvida, para se entender o mecanismo de ação do alho e do capim-limão como hipotensores, há necessidade de se isolarem seus princípios ativos e de se fazerem experimentos ligados a receptores e à liberação de possíveis substâncias delas derivadas no sangue.

Os efeitos da associação das duas plantas não foram significativamente diferentes em relação àqueles produzidos por elas separadamente. Isto demonstra que nem sempre a associação de plantas medicinais pode ser benéfica.

CONCLUSÃO

O presente trabalho mostrou que os extratos hidroalcoólicos do alho e do capim-limão foram igualmente potentes na redução da pressão arterial média de ratos anestesiados e que, quando associados, não incrementaram este efeito. Isto sugere que o uso popular de associar plantas com efeitos similares pode não ser benéfico.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Auxiliar Técnico do Laboratório de Farmacologia e Fisiologia da Efoa/Ceufe, Fernando Ponciano, ao Técnico do Laboratório de Plantas Medicinais e Fitoterápicos da Efoa/Ceufe, Luiz Marcelo da Silva e à Profª Titular aposentada de Fisiologia, Drª Ruth Gazola de Freitas Andrade.

Apoio financeiro: PROBIC-Efoa/Ceufe.

REFERÊNCIAS

- Al-Qattan KK, Kham I, Almaqeeb MA, Ali M 2001. Thromboxane-B2, Prostaglandin-E2 and hypertension in the rat 2-Kidney 1-clip model: a possible mechanism of the garlic induced hypotension. *Prostag Leukotr Ess Fatty Acids* 64: 5-10.
- Banerjee SK, Marilik SK 2002. Effect of garlic on cardiovascular disorders: a review. *J Nutr* 1: 4-8.
- Brandão MGL, Freire N, Vianna-Soares CD 1998. Vigilância de fitoterápicos em Minas Gerais. Verificação da qualidade de diferentes amostras comerciais de camomila. *Caderno de Saúde Pública* 14: 613-16.
- Carbajal D, Casaco A, Arruzababala L, Gonzalez R, Tolon T 1989. Pharmacological study of *Cymbopogon citratus* leaves. *J Ethnopharmacol* 25: 103-107.
- Farmacopéia dos Estados Unidos do Brasil 1959. Indústria Gráfica Siqueira S.A., São Paulo, 2 ed. p.448.
- Lorenzetti BB, Souza GEP, Sartis SJ, Santos Filho D, Ferreir SH 1991. Myrcene mimics the peripheral analgesic activity of lemongrass tea. *J Ethnopharmacol* 34: 43-48.
- Mashour NR, Lin GI, Frishman WH 1998. Herbal medicine for the treatment of cardiovascular diseases. *Arch Intern Med* 158: 2225-2232.
- Mion Junior D, Pierin AMS, Guimarães A 2001. Tratamento da hipertensão arterial. Respostas de médicos brasileiros a um inquérito. *Rev Ass Med Bras* 47: 249-254.
- Noumi E, Houngue F, Lontsi D 1999. Traditional medicines in primary health care: plants used for the treatment of hypertension in Bafia, Cameroon. *Fitoterapia* 70: 134-139.
- Pantoja CV, Chiang IC, Norris BB, Concha JB 1991. Diuretic, natriuretic and hypotensive effects produced by *Allium sativum* (garlic) in anesthetized dogs. *J Ethnopharmacol* 31: 325-333.
- Pantoja CV, Martin NT, Norris BC, Contreras CM. 2000. Purification and bioassay of a diuretic and natriuretic fraction from garlic (*Allium sativum*). *J Ethnopharmacol* 1: 35-40.
- Pedrazza-Chaverri J, Tapia E, Medina-Campos ON, Granado MLA, Franco M. 1998. Garlic prevents hypotension induced by chronic inhibition of nitric oxide synthesis. *Life Sci* 62: 71-77.
- Rahman K 2001. Historical perspective on garlic and cardiovascular disease. *J Nutr* 131: 977-979.
- Sharifi AM, Darabi R, Akbarlooon N 2003. Investigation of antihypertensive mechanism of garlic in 2K-1C hypertensive rat. *J Ethnopharmacol* 86: 219-224.
- Soares AC 2002. Se bem não fizer, mal também não fará. *Revista Eletrônica de Ciências*, n.12, out. Disponível em http://www.edcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_12/medicamento.html.
- Yunes RA, Pedrosa RC, Cechinel Filho V 2001. Fármacos e fitoterápicos: a necessidade do desenvolvimento da indústria de fitoterápicos e fitofármacos no Brasil. *Quim Nova* 24: 147-152.

Anexo 5 – Resultados PADIQ – 2º oferecimento presencial.

Questionário para Avaliação de Disciplinas pelos Alunos Instituto de Química – USP – 1º Semestre de 2006 1016-Alunos-QBQ2006 – INTRODUÇÃO A CIÊNCIA (IQ – OPTATIVA / DIURNO)		CÓDIGO: 1016 36 FICHAS IMPRESSAS, 17 PROCESSADAS
01. Informações iniciais sobre os tópicos e atividades da disciplina (cronograma)	02. Respeito ao horário das aulas por parte do(s) docente(s)

03. Divulgação dos critérios de aprovação (peso das provas e de outras atividades)	04. Cumprimento do programa

05. Importância das aulas de laboratório para fixação/ilustração dos conceitos (se a pergunta não se aplica, deixe os campos em branco)	06. Quantidade de atividades extra-classe exigidas (relatórios, seminários, exercícios)

Se a nota atribuída a esse item foi baixa, relate o motivo:	07. Coerência entre o conteúdo ministrado e o exigido nas avaliações

08. Número de avaliações	Se a nota atribuída a esse item foi baixa, informe o motivo:

09. Aumento de conhecimentos relevantes	10. Nota para a disciplina

11. A carga horária da disciplina é suficiente?	Bayardo Baptista Torres 12. Clareza nas aulas ministradas

Bayardo Baptista Torres Não havendo clareza, informe o motivo:	Bayardo Baptista Torres 13. Interesse pela disciplina despertado pela forma de ensinar

Bayardo Baptista Torres 14. Oportunidades para esclarecer as dúvidas	Bayardo Baptista Torres 15. Utilização apropriada dos recursos didáticos (giz, lousa, transparências, data-show) que foram efetivamente usados

Anexo 6 – Resultados PADIQ – 3º oferecimento presencial.

Questionário para Avaliação de Disciplinas pelos Alunos IQ – Instituto de Química – 2º Semestre de 2006 1018-Alunos-QBQ2006 Introdução a Ciência (IQ/D) – turma 50		CÓDIGO: 1018 12 FICHAS IMPRESSAS, 12 PROCESSADAS														
01. Informações iniciais sobre os tópicos e atividades da disciplina (cronograma)																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO DESTA DISCIPLINA</th> <th>COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 (0.0%)</td><td>55 (2.2%)</td></tr> <tr><td>2 (0.0%)</td><td>84 (3.4%)</td></tr> <tr><td>4 (0.0%)</td><td>153 (6.1%)</td></tr> <tr><td>6 (0.0%)</td><td>306 (12.3%)</td></tr> <tr><td>8 (0.0%)</td><td>816 (32.7%)</td></tr> <tr><td>10 (0.0%)</td><td>1082 (43.3%)</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS	0 (0.0%)	55 (2.2%)	2 (0.0%)	84 (3.4%)	4 (0.0%)	153 (6.1%)	6 (0.0%)	306 (12.3%)	8 (0.0%)	816 (32.7%)	10 (0.0%)	1082 (43.3%)		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS															
0 (0.0%)	55 (2.2%)															
2 (0.0%)	84 (3.4%)															
4 (0.0%)	153 (6.1%)															
6 (0.0%)	306 (12.3%)															
8 (0.0%)	816 (32.7%)															
10 (0.0%)	1082 (43.3%)															
02. Respeito ao horário das aulas por parte do(s) docente(s)																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO DESTA DISCIPLINA</th> <th>COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 (0.0%)</td><td>75 (3.0%)</td></tr> <tr><td>2 (0.0%)</td><td>79 (3.2%)</td></tr> <tr><td>4 (0.0%)</td><td>134 (5.4%)</td></tr> <tr><td>6 (0.0%)</td><td>291 (11.7%)</td></tr> <tr><td>8 (0.0%)</td><td>716 (28.8%)</td></tr> <tr><td>10 (0.0%)</td><td>1195 (48.0%)</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS	0 (0.0%)	75 (3.0%)	2 (0.0%)	79 (3.2%)	4 (0.0%)	134 (5.4%)	6 (0.0%)	291 (11.7%)	8 (0.0%)	716 (28.8%)	10 (0.0%)	1195 (48.0%)		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS															
0 (0.0%)	75 (3.0%)															
2 (0.0%)	79 (3.2%)															
4 (0.0%)	134 (5.4%)															
6 (0.0%)	291 (11.7%)															
8 (0.0%)	716 (28.8%)															
10 (0.0%)	1195 (48.0%)															
03. Divulgação dos critérios de aprovação (peso das provas e de outras atividades)																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO DESTA DISCIPLINA</th> <th>COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 (0.0%)</td><td>77 (3.1%)</td></tr> <tr><td>2 (0.0%)</td><td>72 (2.9%)</td></tr> <tr><td>4 (0.0%)</td><td>139 (5.6%)</td></tr> <tr><td>6 (0.0%)</td><td>291 (11.7%)</td></tr> <tr><td>8 (0.0%)</td><td>678 (27.4%)</td></tr> <tr><td>10 (0.0%)</td><td>1220 (49.3%)</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS	0 (0.0%)	77 (3.1%)	2 (0.0%)	72 (2.9%)	4 (0.0%)	139 (5.6%)	6 (0.0%)	291 (11.7%)	8 (0.0%)	678 (27.4%)	10 (0.0%)	1220 (49.3%)		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS															
0 (0.0%)	77 (3.1%)															
2 (0.0%)	72 (2.9%)															
4 (0.0%)	139 (5.6%)															
6 (0.0%)	291 (11.7%)															
8 (0.0%)	678 (27.4%)															
10 (0.0%)	1220 (49.3%)															
04. Cumprimento do programa																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO DESTA DISCIPLINA</th> <th>COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 (0.0%)</td><td>65 (2.6%)</td></tr> <tr><td>2 (0.0%)</td><td>74 (3.0%)</td></tr> <tr><td>4 (0.0%)</td><td>118 (4.8%)</td></tr> <tr><td>6 (0.0%)</td><td>294 (11.9%)</td></tr> <tr><td>8 (0.0%)</td><td>738 (29.8%)</td></tr> <tr><td>10 (0.0%)</td><td>1186 (47.9%)</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS	0 (0.0%)	65 (2.6%)	2 (0.0%)	74 (3.0%)	4 (0.0%)	118 (4.8%)	6 (0.0%)	294 (11.9%)	8 (0.0%)	738 (29.8%)	10 (0.0%)	1186 (47.9%)		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS															
0 (0.0%)	65 (2.6%)															
2 (0.0%)	74 (3.0%)															
4 (0.0%)	118 (4.8%)															
6 (0.0%)	294 (11.9%)															
8 (0.0%)	738 (29.8%)															
10 (0.0%)	1186 (47.9%)															
05. Importância das aulas de laboratório para fixação/ilustração dos conceitos (se a pergunta não se aplica, deixe os campos em branco)																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO DESTA DISCIPLINA</th> <th>COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 (0.0%)</td><td>82 (6.0%)</td></tr> <tr><td>2 (0.0%)</td><td>57 (4.2%)</td></tr> <tr><td>4 (0.0%)</td><td>90 (6.6%)</td></tr> <tr><td>6 (0.0%)</td><td>173 (12.8%)</td></tr> <tr><td>8 (0.0%)</td><td>403 (29.7%)</td></tr> <tr><td>10 (0.0%)</td><td>551 (40.6%)</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS	0 (0.0%)	82 (6.0%)	2 (0.0%)	57 (4.2%)	4 (0.0%)	90 (6.6%)	6 (0.0%)	173 (12.8%)	8 (0.0%)	403 (29.7%)	10 (0.0%)	551 (40.6%)		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS															
0 (0.0%)	82 (6.0%)															
2 (0.0%)	57 (4.2%)															
4 (0.0%)	90 (6.6%)															
6 (0.0%)	173 (12.8%)															
8 (0.0%)	403 (29.7%)															
10 (0.0%)	551 (40.6%)															
06. Quantidade de atividades extra-classe exigidas (relatórios, seminários, exercícios)																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO DESTA DISCIPLINA</th> <th>COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 (0.0%)</td><td>143 (6.1%)</td></tr> <tr><td>2 (0.0%)</td><td>132 (5.7%)</td></tr> <tr><td>4 (0.0%)</td><td>230 (9.9%)</td></tr> <tr><td>6 (0.0%)</td><td>488 (20.9%)</td></tr> <tr><td>8 (0.0%)</td><td>767 (32.9%)</td></tr> <tr><td>10 (0.0%)</td><td>570 (24.5%)</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS	0 (0.0%)	143 (6.1%)	2 (0.0%)	132 (5.7%)	4 (0.0%)	230 (9.9%)	6 (0.0%)	488 (20.9%)	8 (0.0%)	767 (32.9%)	10 (0.0%)	570 (24.5%)		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS															
0 (0.0%)	143 (6.1%)															
2 (0.0%)	132 (5.7%)															
4 (0.0%)	230 (9.9%)															
6 (0.0%)	488 (20.9%)															
8 (0.0%)	767 (32.9%)															
10 (0.0%)	570 (24.5%)															
07. Coerência entre o conteúdo ministrado e o exigido nas avaliações																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO DESTA DISCIPLINA</th> <th>COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 (0.0%)</td><td>112 (4.6%)</td></tr> <tr><td>2 (0.0%)</td><td>154 (6.3%)</td></tr> <tr><td>4 (0.0%)</td><td>227 (9.3%)</td></tr> <tr><td>6 (0.0%)</td><td>525 (21.6%)</td></tr> <tr><td>8 (0.0%)</td><td>830 (34.2%)</td></tr> <tr><td>10 (0.0%)</td><td>580 (23.9%)</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS	0 (0.0%)	112 (4.6%)	2 (0.0%)	154 (6.3%)	4 (0.0%)	227 (9.3%)	6 (0.0%)	525 (21.6%)	8 (0.0%)	830 (34.2%)	10 (0.0%)	580 (23.9%)		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS															
0 (0.0%)	112 (4.6%)															
2 (0.0%)	154 (6.3%)															
4 (0.0%)	227 (9.3%)															
6 (0.0%)	525 (21.6%)															
8 (0.0%)	830 (34.2%)															
10 (0.0%)	580 (23.9%)															
08. Número de avaliações																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO DESTA DISCIPLINA</th> <th>COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 (0.0%)</td><td>52 (2.1%)</td></tr> <tr><td>2 (0.0%)</td><td>123 (5.0%)</td></tr> <tr><td>4 (0.0%)</td><td>183 (7.5%)</td></tr> <tr><td>6 (0.0%)</td><td>438 (17.9%)</td></tr> <tr><td>8 (0.0%)</td><td>776 (31.7%)</td></tr> <tr><td>10 (0.0%)</td><td>876 (35.8%)</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS	0 (0.0%)	52 (2.1%)	2 (0.0%)	123 (5.0%)	4 (0.0%)	183 (7.5%)	6 (0.0%)	438 (17.9%)	8 (0.0%)	776 (31.7%)	10 (0.0%)	876 (35.8%)		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS															
0 (0.0%)	52 (2.1%)															
2 (0.0%)	123 (5.0%)															
4 (0.0%)	183 (7.5%)															
6 (0.0%)	438 (17.9%)															
8 (0.0%)	776 (31.7%)															
10 (0.0%)	876 (35.8%)															
09. Aumento de conhecimentos relevantes																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO DESTA DISCIPLINA</th> <th>COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 (0.0%)</td><td>100 (4.0%)</td></tr> <tr><td>2 (0.0%)</td><td>145 (5.8%)</td></tr> <tr><td>4 (0.0%)</td><td>205 (8.2%)</td></tr> <tr><td>6 (0.0%)</td><td>587 (23.6%)</td></tr> <tr><td>8 (0.0%)</td><td>940 (37.8%)</td></tr> <tr><td>10 (0.0%)</td><td>511 (20.5%)</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS	0 (0.0%)	100 (4.0%)	2 (0.0%)	145 (5.8%)	4 (0.0%)	205 (8.2%)	6 (0.0%)	587 (23.6%)	8 (0.0%)	940 (37.8%)	10 (0.0%)	511 (20.5%)		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS															
0 (0.0%)	100 (4.0%)															
2 (0.0%)	145 (5.8%)															
4 (0.0%)	205 (8.2%)															
6 (0.0%)	587 (23.6%)															
8 (0.0%)	940 (37.8%)															
10 (0.0%)	511 (20.5%)															
10. Nota para a disciplina																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO DESTA DISCIPLINA</th> <th>COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 (0.0%)</td><td>97 (3.9%)</td></tr> <tr><td>2 (0.0%)</td><td>166 (6.7%)</td></tr> <tr><td>4 (0.0%)</td><td>214 (8.7%)</td></tr> <tr><td>6 (0.0%)</td><td>586 (23.7%)</td></tr> <tr><td>8 (0.0%)</td><td>1002 (40.6%)</td></tr> <tr><td>10 (0.0%)</td><td>406 (16.4%)</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS	0 (0.0%)	97 (3.9%)	2 (0.0%)	166 (6.7%)	4 (0.0%)	214 (8.7%)	6 (0.0%)	586 (23.7%)	8 (0.0%)	1002 (40.6%)	10 (0.0%)	406 (16.4%)		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS															
0 (0.0%)	97 (3.9%)															
2 (0.0%)	166 (6.7%)															
4 (0.0%)	214 (8.7%)															
6 (0.0%)	586 (23.7%)															
8 (0.0%)	1002 (40.6%)															
10 (0.0%)	406 (16.4%)															
11. A carga horária da disciplina é suficiente?																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO DESTA DISCIPLINA</th> <th>COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 (0.0%)</td><td>1816 (76.4%)</td></tr> <tr><td>2 (0.0%)</td><td>532 (22.4%)</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS	0 (0.0%)	1816 (76.4%)	2 (0.0%)	532 (22.4%)										
RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS															
0 (0.0%)	1816 (76.4%)															
2 (0.0%)	532 (22.4%)															
Bayardo Torres 12. Clareza nas aulas ministradas																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO DESTA DISCIPLINA</th> <th>COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 (0.0%)</td><td>62 (12.9%)</td></tr> <tr><td>2 (0.0%)</td><td>223 (46.5%)</td></tr> <tr><td>4 (0.0%)</td><td>119 (24.8%)</td></tr> <tr><td>6 (0.0%)</td><td>55 (11.5%)</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS	0 (0.0%)	62 (12.9%)	2 (0.0%)	223 (46.5%)	4 (0.0%)	119 (24.8%)	6 (0.0%)	55 (11.5%)						
RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS															
0 (0.0%)	62 (12.9%)															
2 (0.0%)	223 (46.5%)															
4 (0.0%)	119 (24.8%)															
6 (0.0%)	55 (11.5%)															
Bayardo Torres 13. Interesse pela disciplina despertado pela forma de ensinar																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO DESTA DISCIPLINA</th> <th>COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 (0.0%)</td><td>97 (3.9%)</td></tr> <tr><td>2 (0.0%)</td><td>166 (6.7%)</td></tr> <tr><td>4 (0.0%)</td><td>214 (8.7%)</td></tr> <tr><td>6 (0.0%)</td><td>586 (23.7%)</td></tr> <tr><td>8 (0.0%)</td><td>1002 (40.6%)</td></tr> <tr><td>10 (0.0%)</td><td>406 (16.4%)</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS	0 (0.0%)	97 (3.9%)	2 (0.0%)	166 (6.7%)	4 (0.0%)	214 (8.7%)	6 (0.0%)	586 (23.7%)	8 (0.0%)	1002 (40.6%)	10 (0.0%)	406 (16.4%)		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS															
0 (0.0%)	97 (3.9%)															
2 (0.0%)	166 (6.7%)															
4 (0.0%)	214 (8.7%)															
6 (0.0%)	586 (23.7%)															
8 (0.0%)	1002 (40.6%)															
10 (0.0%)	406 (16.4%)															
Bayardo Torres 14. Oportunidades para esclarecer as dúvidas																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO DESTA DISCIPLINA</th> <th>COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 (0.0%)</td><td>100 (4.0%)</td></tr> <tr><td>2 (0.0%)</td><td>145 (5.8%)</td></tr> <tr><td>4 (0.0%)</td><td>205 (8.2%)</td></tr> <tr><td>6 (0.0%)</td><td>587 (23.6%)</td></tr> <tr><td>8 (0.0%)</td><td>940 (37.8%)</td></tr> <tr><td>10 (0.0%)</td><td>511 (20.5%)</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS	0 (0.0%)	100 (4.0%)	2 (0.0%)	145 (5.8%)	4 (0.0%)	205 (8.2%)	6 (0.0%)	587 (23.6%)	8 (0.0%)	940 (37.8%)	10 (0.0%)	511 (20.5%)		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS															
0 (0.0%)	100 (4.0%)															
2 (0.0%)	145 (5.8%)															
4 (0.0%)	205 (8.2%)															
6 (0.0%)	587 (23.6%)															
8 (0.0%)	940 (37.8%)															
10 (0.0%)	511 (20.5%)															
Bayardo Torres 15. Utilização apropriada dos recursos didáticos (giz, lousa, transparências, data-show) que foram efetivamente usados																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO DESTA DISCIPLINA</th> <th>COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 (0.0%)</td><td>97 (3.9%)</td></tr> <tr><td>2 (0.0%)</td><td>166 (6.7%)</td></tr> <tr><td>4 (0.0%)</td><td>214 (8.7%)</td></tr> <tr><td>6 (0.0%)</td><td>586 (23.7%)</td></tr> <tr><td>8 (0.0%)</td><td>1002 (40.6%)</td></tr> <tr><td>10 (0.0%)</td><td>406 (16.4%)</td></tr> </tbody> </table>	RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS	0 (0.0%)	97 (3.9%)	2 (0.0%)	166 (6.7%)	4 (0.0%)	214 (8.7%)	6 (0.0%)	586 (23.7%)	8 (0.0%)	1002 (40.6%)	10 (0.0%)	406 (16.4%)		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS															
0 (0.0%)	97 (3.9%)															
2 (0.0%)	166 (6.7%)															
4 (0.0%)	214 (8.7%)															
6 (0.0%)	586 (23.7%)															
8 (0.0%)	1002 (40.6%)															
10 (0.0%)	406 (16.4%)															

Anexo 7 – Resultados PADIQ – 4º oferecimento presencial.

Questionário para Avaliação de Disciplinas (Alunos) IQ – Instituto de Química – 1º Semestre de 2007 1019-Alunos-QBQ2006-Introdução a Ciência (IQ/D)		CÓDIGO: 1019 22 FICHAS IMPRESSAS, 19 PROCESSADAS
01. Cronograma foi comunicado no início das aulas?		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA SIM 19 (100.0%) NÃO 0 (0.0%)	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS SIM 2594 (97.2%) NÃO 70 (2.6%)	
02. O Horário de aulas foi respeitado?		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA SIM 19 (100.0%) NÃO 0 (0.0%)	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS SIM 2428 (90.7%) NÃO 243 (9.1%)	
03. Os critérios de avaliação foram divulgados?		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA SIM 18 (94.7%) NÃO 1 (5.3%)	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS SIM 2361 (89.8%) NÃO 265 (10.1%)	
04. Cumprimento do Programa		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA 0 0 (0.0%) 2 0 (0.0%) 4 0 (0.0%) 6 0 (0.0%) 8 6 (31.6%) 10 13 (68.4%)	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS 0 61 (2.3%) 2 53 (2.0%) 4 114 (4.3%) 6 354 (13.4%) 8 918 (34.8%) 10 1139 (43.2%)	
05. Integração entre aulas teóricas e práticas		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA 0 0 (0.0%) 2 0 (0.0%) 4 0 (0.0%) 6 0 (0.0%) 8 2 (13.3%) 10 13 (86.7%)	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS 0 199 (8.4%) 2 102 (4.3%) 4 214 (9.1%) 6 462 (19.6%) 8 756 (32.1%) 10 625 (26.5%)	
06. Adequação da quantidade de atividades extra-classe		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA 0 0 (0.0%) 2 0 (0.0%) 4 0 (0.0%) 6 2 (10.5%) 8 4 (21.1%) 10 13 (68.4%)	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS 0 164 (6.5%) 2 158 (6.3%) 4 252 (10.0%) 6 532 (21.1%) 8 845 (33.5%) 10 572 (22.7%)	
07. Compatibilidade entre o conteúdo ministrado e o exigido nas avaliações		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA 0 0 (0.0%) 2 0 (0.0%) 4 0 (0.0%) 6 0 (0.0%) 8 4 (23.5%) 10 13 (76.5%)	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS 0 106 (4.1%) 2 175 (6.7%) 4 278 (10.6%) 6 539 (20.6%) 8 835 (32.0%) 10 680 (26.0%)	
08. Número de avaliações		
Insuficiente 1 (5.9%) Adequado 16 (94.1%) Excessivo 0 (0.0%)	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS Insuficiente 183 (6.9%) Adequado 2288 (86.3%) Excessivo 178 (6.7%)	
09. Carga Horária		
Insuficiente 1 (5.3%) Adequada 18 (94.7%) Excessiva 0 (0.0%)	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS Insuficiente 349 (13.3%) Adequada 2085 (79.5%) Excessiva 183 (7.0%)	
10. Nota para a disciplina		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA 0 0 (0.0%) 2 0 (0.0%) 4 0 (0.0%) 6 0 (0.0%) 8 5 (26.3%) 10 14 (73.7%)	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS 0 63 (2.4%) 2 193 (7.4%) 4 246 (9.5%) 6 657 (25.3%) 8 1098 (42.2%) 10 342 (13.2%)	
Bayardo B. Torres 11a. Clareza nas aulas ministradas		
0 0 (0.0%) 2 0 (0.0%) 4 0 (0.0%) 6 0 (0.0%) 8 0 (0.0%) 10 19 (100.0%)		
Bayardo B. Torres 12a. Interesse despertado pela forma de ensinar		
0 0 (0.0%) 2 0 (0.0%) 4 0 (0.0%) 6 0 (0.0%) 8 1 (5.3%) 10 18 (94.7%)		
Bayardo B. Torres 13a. Disponibilidade para esclarecer as dúvidas		
0 0 (0.0%) 2 0 (0.0%) 4 0 (0.0%) 6 0 (0.0%) 8 1 (5.3%) 10 18 (94.7%)		
14. Assiduidade		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA 0 0 (0.0%) 2 0 (0.0%) 4 0 (0.0%) 6 0 (0.0%) 8 9 (56.3%) 10 7 (43.8%)	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS 0 26 (1.1%) 2 49 (2.0%) 4 124 (5.2%) 6 484 (20.1%) 8 952 (39.6%) 10 768 (32.0%)	
15. Dedicção		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA 0 0 (0.0%) 2 57 (2.4%) 4 187 (7.7%) 6 2 (12.5%) 8 11 (68.8%) 10 3 (18.8%)	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS 0 22 (0.9%) 2 57 (2.4%) 4 187 (7.7%) 6 767 (31.8%) 8 1037 (42.9%) 10 345 (14.3%)	
16. Aproveitamento		
RESULTADO DESTA DISCIPLINA 0 0 (0.0%) 2 0 (0.0%) 4 0 (0.0%) 6 1 (6.3%) 8 7 (43.8%) 10 8 (50.0%)	COMPARE COM TODAS AS DISCIPLINAS 0 40 (1.7%) 2 101 (4.2%) 4 277 (11.5%) 6 885 (36.7%) 8 925 (38.4%) 10 183 (7.6%)	

[P10720007]12-35-07FUVESIT – Fundação Universitária para o Vestibular