

UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE AS CONCEPÇÕES DOS LICENCIANDOS EM BIOLOGIA ACERCA DAS RELAÇÕES ENTRE DNA E TRANSGÊNICOS

Maria da Conceição Tavares

ffpg@uol.com.br

Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, UFRPE

Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão

amanjos2001@yahoo.com.br

Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, UFRPE

Zélia Maria Soares Jófili

jofili@uol.com.br

Departamento de Educação, UFRPE e UNICAP

Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos

hfbnb@uol.com.br

Departamento de Educação, UFRPE

Maria das Graças Carneiro-da-Cunha

mgcc@ufpe.br

Departamento de Bioquímica, UFPE

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi analisar as concepções de alunos do 8º período do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas sobre a estrutura da molécula do DNA e sobre a relação entre o DNA e os transgênicos, detectando possíveis dificuldades em sua formação inicial. O interesse nesses conceitos provém do seu possível uso como ancoragem de novos conceitos, de acordo com as idéias de Ausubel. Os dados foram obtidos através da aplicação individual de dois questionários em 10 alunos de quatro instituições de ensino superior de Pernambuco. Os resultados demonstram existir dificuldades na compreensão da estrutura da molécula do DNA e na sua correlação com a síntese protéica e com a produção de transgênicos.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa; DNA; Transgênicos; Formação de Professores.

Introdução

O trabalho com estruturas unicamente macroscópicas e concretas dificulta a compreensão dos alunos, nos diversos níveis de ensino, das estruturas microscópicas, principalmente quando são utilizadas expressões genéricas, que não se referem a essas estruturas, ou quando são empregados modelos aceitos pela comunidade científica, sem explorar as suas características e relações com as estruturas da célula.

Segundo Moreira (1999), Bruner enfatiza a importância de um padrão estruturado, que contenha pequenas informações, que são guardadas na memória e que podem ser usadas em outras representações mais complexas. Para isso, é importante que idéias, teorias e modelos sejam trabalhados em sala de aula, possibilitando reconstruir os pormenores, quando necessário. Ele também considera que é melhor alcançar o geral através do específico e, também, que as atitudes de trabalho devem, antes, ser mantidas implícitas do que tornadas explícitas. Dessa forma, os alunos compreenderão as estruturas microscópicas, suas funções, seus mecanismos, relacionando-os às estruturas macroscópicas e aos fenômenos visualmente observados no cotidiano, como por exemplo, fenótipo, que envolve a compreensão da molécula de DNA, proteínas, código genético, codificação e mutações.

Para Bruner (Moreira, 1999, p. 27), “o currículo de uma dada matéria deve ser determinado pela compreensão mais fundamental que se possa atingir, a respeito dos princípios básicos que dão estrutura a essa matéria”. Assim, para um aluno compreender estruturas microscópicas, como a molécula do DNA, seria necessário contextualizar esse conteúdo em situações diversas, vivenciadas em vários momentos e níveis de escolaridade, organizando o processo de aprendizagem de forma sequencial e em espiral. Dessa forma, os licenciandos compreenderão melhor a relação entre o DNA e os transgênicos, ou organismos geneticamente modificados (OGMs), nas diversas disciplinas do seu currículo.

De um modo geral, os conceitos são trabalhados, nos diversos níveis de ensino, mecanicamente, fazendo com que os alunos apenas decorem estruturas e mecanismos, sem que haja uma tentativa de estabelecer relações ou associações durante as aulas e na realização de atividades didáticas.

Ausubel (Moreira, 1982) define como aprendizagem mecânica aquela onde novas informações são apenas armazenadas de forma arbitrária, sem ocorrer relações entre as novas informações e as informações recebidas anteriormente. Dessa forma, um novo conceito é apenas um conjunto de informações, obtidas de maneira fragmentada, em diversas disciplinas. Como exemplo, a molécula de DNA é trabalhada em Citologia, Embriologia, Bioquímica, Citogenética e outras disciplinas, através de enfoques diferentes, sem a preocupação de estabelecer relações entre os mesmos, resultando em uma visão composta por fragmentos isolados, provenientes dessas disciplinas. “O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos” (Moreira, 1982, p. 9). Por conceitos subsunçores, entende-se aqueles existentes na estrutura cognitiva do aluno, que podem servir para serem relacionados a novos conceitos.

Além da aprendizagem mecânica, Ausubel trata da aprendizagem por recepção, quando o aprendiz recebe as informações sem um trabalho anterior, para que possam ser trabalhadas posteriormente. Nesse caso, incluímos o ensino da molécula de DNA através de demonstrações e descrições de mecanismos de transcrição e codificação, sem discutir a sua estrutura, sua função no corpo ou outros aspectos. Para que esse conceito passe a ser assimilado pela estrutura do aluno, é necessário ir além, estabelecendo relações entre os atributos criteriais desse conceito e aqueles das “idéias-âncora” às quais se relacionam (Moreira, 1982).

De acordo com Ausubel, a compreensão de um conceito implica em significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis para outros contextos (Moreira, 1999). Para tanto, é importante que sejam valorizados os momentos em que o aluno coloca suas idéias e pode confrontá-las com os conceitos científicos.

Para que a aprendizagem seja significativa, Ausubel recomenda que se usem “organizadores prévios”, que sirvam de âncora para essa aprendizagem, relacionando os conceitos subsunçores com os conceitos novos que se deseja aprender (Moreira, 1982). Essas “âncoras”, quando usadas como materiais introdutórios, servirão de estímulo e permitirão o estabelecimento de conexões entre a nova informação e aquelas já existentes na estrutura cognitiva do aluno, provenientes de outras disciplinas já cursadas.

O DNA e os transgênicos: um breve panorama histórico

Para destacar alguns aspectos do estudo do DNA e dos organismos geneticamente modificados (OGMs), torna-se necessário abordar evidências que permearam a descoberta da molécula e a elucidação de sua estrutura, assim como a sua relação com os transgênicos.

Os experimentos de Charles Robert Darwin se destacaram como uma etapa que antecedeu e auxiliou a descoberta do DNA, visto que ele realizou um breve levantamento da

fauna e da flora das ilhas Galápagos (1831-1836), reconhecendo variações favoráveis ou desfavoráveis para determinadas espécies, elaborando, assim, a teoria da seleção natural. Para explicar a luta pela vida, Darwin recorreu à teoria do economista inglês Thomas Robert Malthus (1766-1834), enunciada no “Ensaio sobre o princípio da população”, publicado em 1798, onde se afirma que “as populações crescem em progressão geométrica e a produção de alimentos em progressão aritmética” (Oliveira, 2002, p.36).

Paralelamente, no século XIX, manifestava-se a preocupação em saber sobre a capacidade dos seres vivos em se reproduzirem, gerando seres indênticos e questionando-se essas características nos humanos, por presenciarem numa mesma família, parentes com características de gerações alternadas – uns pareciam-se com os pais, outros com os avós. Baseado nessa curiosidade, o monge Gregor Mendel realizou algumas experiências, manipulando plantas de ervilha de espécies diferentes, através de cruzamentos, que deram origem às três leis da genética sobre a hereditariedade, em 1866. Assim, Mendel é hoje considerado o pai da genética clássica (Xavier et al., 2002).

Em 1900, o holandês Hugo de Vries, o alemão Carl Correns e o austríaco Erich Tschermak concluíram seus trabalhos isoladamente, chegando também às conclusões descritas por Mendel para as ervilhas de cheiro. Thomas Hunt Morgan, em 1910, pai da genética norte-americana, elucidou que a transmissão de alguns caracteres genéticos era determinada pelo sexo, a partir de experimentos em *Drosophila melanogaster* sobre as bases físicas da hereditariedade (Borém, 2001). Vale observar que até esse período, as observações descritas se referem a fenômenos macroscópicos, descrevendo semelhanças e diferenças entre indivíduos de uma mesma espécie. Até então, devido aos avanços paralelos no campo da morfologia celular, considerava-se que essas características macroscópicas eram relacionadas à existência de substâncias químicas presentes no citoplasma e no núcleo, ou seja, os ácidos “nucleicos”. São descritos dois tipos desses ácidos: o DNA (ácido desoxirribonucléico), localizado essencialmente no núcleo das células, quando este é individualizado como nos eucariotos, e os RNA (ácidos ribonucleicos), encontrados principalmente no citoplasma celular (Étienne, 2003).

Em 1941, George Beadle e Edward Tatum estabeleceram a teoria - um gene, uma enzima, com a qual responderam a uma persistente questão da comunidade científica, ao explicarem que os genes são instruções codificadas no DNA para a síntese de proteínas. A molécula de DNA, representada por milhares de genes dispostos em uma longa cadeia desoxirribonucleica, foi isolada pela primeira vez por Oswald Theodore Avery, em 1944.

Com a descoberta e publicação da estrutura da dupla hélice do DNA em 25 de abril de 1953, um marco na biologia foi evidenciado. Foi através das pesquisas de James Watson e Francis Crick (Cambridge), Maurice F. Wilkins e Rosalind Franklin (Londres) e Linus Pauling (Califórnia) que a sua composição química foi elucidada, assim como a estrutura helicoidal semelhante a uma "escada contorcida em seu eixo".

Compreende-se, a partir desse momento, que o DNA, substância ativa dos genes, carrega as mensagens codificadas da hereditariedade em todos os seres vivos: animais, plantas e microrganismos. No ser humano, o DNA está presente em todas as células que apresentam núcleo, a exemplo dos glóbulos brancos, espermatozóides, folículos capilares, saliva, as quais oferecem maior interesse para estudos forenses (Grossblatt, 1992).

Quando Watson e Crick descreveram as estruturas da molécula de DNA em 1953, os cientistas ficaram impressionados como uma molécula tão simples podia renlizar as complexas funções a ela atribuídas. Espera-se que a molécula que contém a informação genética seja capaz de: (1) codificar proteínas; (2) transmitir essa informação para as células-filhas; (3) gerar, eventualmente, alterações no código, justificando o aparecimento de novas e variadas formas de vida. A estrutura da molécula de DNA permite explicar essas três

funções fundamentais através do código genético, da autoduplicação da molécula e das mutações, respectivamente" (Farah, 1997).

O DNA era, portanto, o suporte da hereditariedade, a matéria dos genes ... " (Marchland, 1999, p. 37).

O ponto culminante das pesquisas nesta área ocorreu em 1973, pelos cientistas Stanley Cohen e Herbert Boyer, com a descoberta do DNA recombinante, através de experimentos com genes de sapo e introduzindo-os em bactérias, surgindo assim a engenharia genética. Nesse contexto, foi marcante a evolução da biotecnologia, ao se obter a transferência desses genes entre organismos, com a transferência e expressão do gene da insulina em *Escherichia coli*, liberada para consumo humano pelo Ministério da Saúde dos EUA em 1982.

Este fato reflete a intensa polêmica surgida a partir dessa época, promovendo uma moratória no uso dos processos da engenharia genética até a obtenção de técnicas que não trouxessem riscos ao homem e ao ambiente. No Brasil, após exaustivos debates, foram propostas normas e leis de biossegurança, estabelecidas pelas Comissões Internas de Biossegurança (CTNEBios).

A obtenção e uso dos OGMs, ou seja, transgênicos, envolvem questões éticas, políticas, sociais e econômicas, razões pelas quais é importante que sejam abordadas no currículo e que promovam nos alunos uma visão crítica e participativa. Tal abordagem é sugerida pelos PCN's do Ensino Médio para que se trabalhe a estrutura da dupla hélice do DNA e sua composição, desenvolvendo competências para a compreensão de sua composição relacionando as tecnologias ligadas à manipulação genética (Brasil, 1999, p. 42).

Procedimentos Metodológicos

O objetivo deste trabalho foi analisar o perfil de saída dos alunos do 8º período do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas a respeito da compreensão da molécula de DNA e sua contextualização com os OGMs.

Amostra

Foram selecionados dez alunos do 8º período do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas das seguintes instituições de ensino superior (IES) do Estado de Pernambuco: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Faculdade de Formação de Professores de Goiana (FFPG) e Faculdade de Formação de Professores da Mata Sul (FAMASUL); Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP).

Instrumento

Foram aplicados individualmente dois questionários, no período de março a maio de 2003, nas próprias IES, em sala, no horário de aula, agendado previamente com professores e/ou coordenadores do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. A escolha da disciplina obedeceu aos seguintes critérios: 1) Ser disciplina específica do 8º período; 2) Número de alunos daquela disciplina; 3) Disponibilidade de horário e dos corpos docente e discente.

Os objetivos dos questionários foram:

- Levantar a concepção sobre a estrutura da molécula do DNA.
- Relacionar a estrutura do DNA à produção de proteínas e a atuação dessas proteínas nos transgênicos.

Análise dos dados

As respostas obtidas foram organizadas nas seguintes categorias: CO (corretas), PC (parcialmente corretas), IC (incorretas) e NR (não respondidas). Na primeira categoria, ou seja, de respostas corretas (CO), os alunos responderam às questões propostas com clareza, coerência e lógica. As respostas consideradas corretas para cada questão, em ambos os questionários foram:

Questionário 1

- **Questão 1: Represente A molécula do DNA através de desenho e descreva a sua estrutura química.** O aluno deveria representar o modelo da molécula de DNA, baseado na estrutura proposta por Watson & Crick, com uma dupla hélice, apresentando os nucleotídeos (constituídos por grupo fosfato, pentose e bases nitrogenadas), ligados covalentemente entre si, formando cadeias (cadeias polinucleotídicas), as quais devem estar pareadas através das bases nitrogenadas e unidas por meio de pontes de hidrogênio (Borges e Robinson, 1993). A estrutura química citada deveria ser descrita ou destacada no desenho.
- **Questão 2: Qual a importância do DNA nos seres vivos e qual o produto final após a codificação?** As proteínas deveriam ser citadas como produto final da codificação (transcrição e tradução), enfatizando a importância dessas proteínas no metabolismo celular.
- **Questão 3: O que já ouviu ou leu sobre transgênicos e qual a sua opinião sobre eles?** O aluno conceituaria os transgênicos ou organismos geneticamente modificados (OGMs), destacando a mudança ou alteração no código genético.
- **Questão 4: Qual a relação entre a estrutura do DNA e os transgênicos?** Justifique. O aluno deve ter claro que o código genético de cada indivíduo, de uma dada espécie, é consequência da estrutura do seu DNA. Se essa estrutura foi modificada, pela inserção de novos trechos (genes) de outro indivíduo, o organismo resultante é considerado geneticamente modificado ou transgênico. Os genes inseridos podem ser oriundos da mesma espécie ou de espécies diferentes.

Questionário 2

- **Questão 1: Você conhece o trabalho dos cientistas Watson & Crick, em 1953, sobre DNA?** () Sim () Não. Em caso positivo, escreva em poucas palavras o que você sabe sobre o assunto. A resposta estaria correta se o trabalho de Watson & Crick fosse descrito, destacando a descoberta da molécula de DNA e sua estrutura, enfatizando a dupla hélice semelhante a um "corrimão", com os seus componentes químicos.
- **Questão 2: Muitas funções metabólicas são desempenhadas por hormônios e enzimas. Muitas substâncias orgânicas como colágeno ou elastina estruturam a nossa pele. Que relação podemos estabelecer entre o DNA e essas substâncias?** As substâncias citadas no enunciado deveriam ser identificadas como proteínas, as quais desempenham diferentes funções (estrutural, regulação, catálise de processos biológicos), relacionando sua síntese com a transcrição e tradução do DNA (expressão do código genético).
- **Questão 3: Consumimos vários produtos no nosso dia-a-dia, como milho, frango, frutas, hortaliças, carne, leite e também produtos industrializados que participam do**

nosso metabolismo, auxiliando na composição química das nossas células. Qual o papel e a relação dos transgênicos nesse contexto? Deveriam ser abordadas as possíveis alterações no nosso organismo, consequentes do consumo de tais produtos e os riscos potenciais aos indivíduos e ao meio-ambiente, destacando fatos envolvendo biotecnologia e transgênicos e a polêmica evidenciada pela mídia.

A categoria parcialmente incorreta (PC) inclui as questões onde foram detectadas falhas conceituais ou incoerências no enunciado das respostas. Na terceira categoria (respostas incorretas, IC) foram incluídas as respostas totalmente sem sentido, conceitualmente incorretas, e sem clareza, coerência ou objetividade. A última categoria (NR), onde os alunos não responderam à questão, inclui todas as questões em branco, justificadas oralmente alegando "não saber a resposta", "desconhecer o assunto" ou ainda que "o professor não deu o assunto".

Resultados e Discussão

As respostas aos questionários aplicados nas cinco IES pesquisadas estão apresentadas nas Figuras 1 a 5. Quando a compreensão da estrutura da molécula de DNA (Q1/1, Questionário 1/ Questão 1) foi avaliada, os melhores resultados foram obtidos entre as universidades federais (UFRPE, Fig. 1 e UFPE, Fig. 2) e a particular (UNICAP, Fig. 3), destacando-se a UFPE, com 40% de respostas corretas. Entre as autarquias, ainda foi possível obter 15% de respostas corretas na FFPG (Fig. 4), associadas a 30% não respondidas. Na FAMASUL (Fig. 5), não houve registro dos índices citados anteriormente, entretanto, foi a que apresentou o maior índice de respostas incorretas (70%). Em relação às questões parcialmente corretas, observaram-se índices semelhantes (40%) entre a UFPE e FFPG. Observou-se ainda que a UNICAP obteve um índice de questões não respondidas na ordem de 30%. Embora os resultados obtidos sejam inferiores aos desejados, verificou-se que os alunos em sua maioria têm o conhecimento da estrutura da molécula de DNA.

A Q 1/2 avaliou o conhecimento do trabalho de Watson & Crick sobre a elucidação da estrutura do DNA. Verificou-se que o percentual de respostas corretas variou entre 40% (UFPE) e 0% (FAMASUL). Desta forma, faz-se necessário um trabalho nas IES envolvendo o enfoque histórico não apenas deste tópico, mas dos outros conceitos propostos pelos currículos.

Quanto ao reconhecimento da proteína como produto final da transcrição e da tradução do DNA (Q 1/2) e sua relação contextualizada com o DNA (Q 2/2), verificou-se que as IES públicas e particular obtiveram 40% de respostas corretas, enquanto que a autarquia FFPG apresentou um índice de 13%, não se registrando respostas corretas para a FAMASUL. Quanto à Q 2/2, observou-se uma marcante heterogeneidade entre as instituições avaliadas, variando entre 100% (UFPE) e 0% (UNICAP). Por esses resultados, verifica-se a necessidade da contextualização dos tópicos abordados no cotidiano da sala de aula, também devendo estar inserida nos programas curriculares.

Sobre o conhecimento acerca dos transgênicos (Q 1/3) e sua relação com a estrutura do DNA (Q 1/4 e Q 2/3), verificou-se que ambas as federais assim como a FAMASUL apresentaram um índice de 40% de respostas corretas, enquanto que a UNICAP e a FFPG obtiveram 13%. Vale ressaltar ainda o alto percentual de respostas incorretas registradas, principalmente na UNICAP e FFPG (40%), seguida pela UFRPE (30%), UFPE (20%) e FAMASUL (15%).

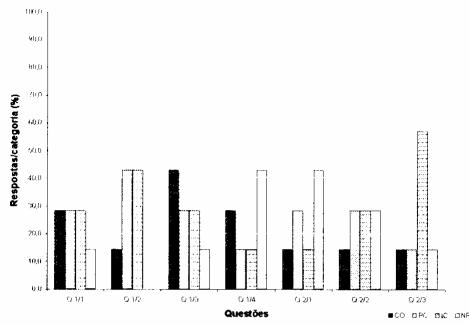
Na Questão Q 1/4, os melhores índices foram registrados pelos alunos da UFPE (60%), seguidos pela FAMASUL e UFRPE (30%). A FFPG e UNICAP apresentaram índices de 15%. Quando foi solicitada a correlação entre transgênicos e DNA, os índices de respostas corretas foram de 20% (UFPE) e 15% (UFRPE e FAMASUL), enquanto que os alunos da UNICAP e FFPG não foram capazes de estabelecer nenhuma correlação, verificando-se, inclusive um elevado índice de respostas incorretas em 80% das instituições pesquisadas. Mais uma vez, torna-se evidente a dificuldade dos docentes das IES avaliadas em estabelecer relações entre os universos micro e macroscópicos, com ênfase para o cotidiano.

Com esses resultados, é importante fazer uma reflexão sobre o ensino não apenas nas IES, mas também nos diversos ciclos de aprendizagem, pois se os conceitos são trabalhados nos diversos níveis de ensino, o licenciando possivelmente ingressará nessas instituições com "subsunçores" necessários para fazer relações, descrições e relatos necessários para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

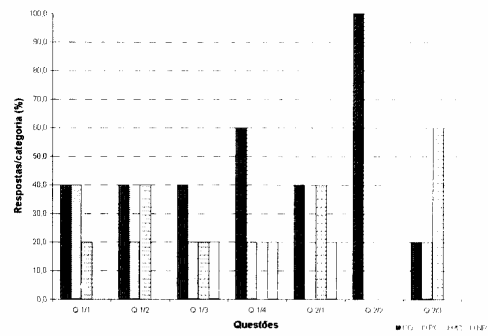
Uma vez que o DNA e os transgênicos são temas polêmicos e de grande repercussão mundial, evidenciaram-se na presente investigação as dificuldades encontradas pelos licenciandos em Ciências Biológicas nas cinco IES avaliadas quanto à estrutura da molécula do DNA e a sua correlação com a síntese protéica e a produção de transgênicos. Os resultados apresentados indicam que embora exista a preocupação dos formadores das IES acerca do domínio desses conteúdos no mundo atual assim como o desejo de trabalhar a correlação entre os universos micro e macroscópicos, verifica-se a necessidade da implementação de políticas de formação continuada voltada para esses profissionais, minimizando o efeito cascata atualmente observado nos diversos níveis de ensino

Referências Bibliográficas

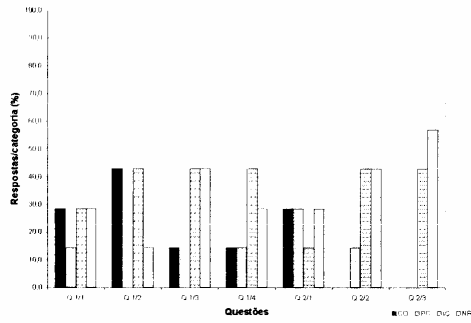
- BORÉM, A. *Escape gênico e transgênico*. Viçosa: UFV, 2001.
- BORGES, M. R. O. e ROBINSON, W. N. *Genética humana*. Porto Alegre: Universitária, 1993.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- ETIENNE, J. *Bioquímica genética e biologia molecular*. 5. ed. São Paulo: Santos, 2003.
- FARAH, S. B. *DNA segredos e mistérios*. São Paulo: Sarvier, 1997.
- GROSSBLATT, N. *Avaliação do DNA como prova forense*. São Paulo: Forense, 2001.
- MOREIRA, M. A. *Teorias da aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.
- MOREIRA, M. A. e MANCINI, E. F. S. *A aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.
- XAVIER, L. et al. *Transgênicos*. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 2002.



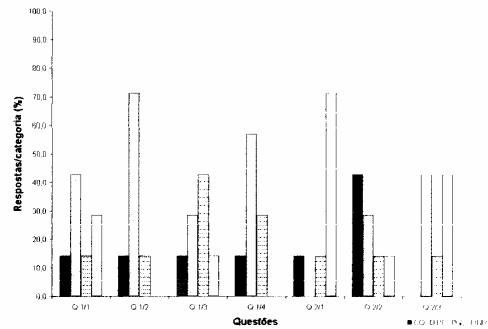
1



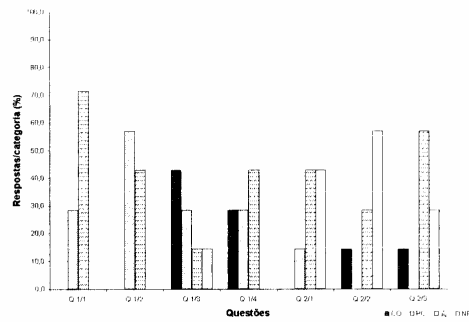
2



3



4



5

Figuras 1 a 5 – Respostas obtidas por categoria. 1, UFRPE; 2, UFPE; 3, UNICAP; 4, FF e 5, FAMASUL. Q 1/1 a Q 1/4, questionário 1, questões 1 a 4. Q 2/1 a Q2/3, questionário questões 1 a 3.