



PERCEÇÃO DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO E ACADÊMICOS DE UMA UNIVERSIDADE BAIANA A RESPEITO DA BIOTECNOLOGIA

Mel Reis Loureiro¹, Elisa Susilene Lisboa dos Santos², Juliane dos Santos Amorim³, Carlos Bernard Moreno Cerqueira-Silva^{2*}

1. Bióloga pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB, *campus* Juvinô Oliveira), Itapetinga, Bahia, Brasil;
2. Professor(a) Assistente da UESB, Itapetinga, Bahia, Brasil (*csilva@uesb.edu.br);
3. Professora Auxiliar da Universidade do Estado da Bahia (UNEB, *Campus* VI), Caétite, Bahia, Brasil.

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

RESUMO

O trabalho foi realizado a partir de dados coletados mediante uso de questionário (abrangendo conceitos básicos e polêmicas relacionadas a biotecnologia) aplicado entre agosto e dezembro de 2011. A população amostral foi composta por acadêmicos de 10 cursos de graduação da 'UESB' e por alunos de quatro escolas de ensino médio do município de Itapetinga, Bahia. Os dados foram analisados mediante estatística descritiva, uni- e multivariada. Os discentes conseguiram se posicionar em relação as discussões que permeiam a biotecnologia, mas os resultados revelam que os mesmos desconhecem princípios básicos. Foi observado um ganho no conhecimento dos graduandos que possuem contato com disciplinas associadas à biotecnologia em relação aos demais graduandos. Também ficou evidente que conteúdos do ensino médio são por vezes esquecidos, visto que parte dos universitários apresentaram desempenho inferior à média dos estudantes do ensino médio. Entende-se existir carência na concepção dos estudantes a respeito da biotecnologia.

PALAVRAS-CHAVE: Biossegurança, Ciências Biológicas, Ensino, Tecnologia.

PERCEPTION OF HIGH SCHOOL STUDENTS AND OF A BAIANA UNIVERSITY ABOUT BIOTECHNOLOGY

ABSTRACT

The study was conducted from data collected by use of questionnaire (ranging basic concepts and controversies about biotechnology) applied between August and December 2011. The sample population was comprised of 10 academic of graduate courses at the 'UESB' and students from four high schools in the city of Itapetinga, Bahia. The data were analyzed using descriptive, uni-and multivariate statistics. The students managed to position themselves in relation to the discussions that pervade biotechnology, but the results reveal that they are still unaware of basic principles. We observed a gain in knowledge of undergraduates who have contact with subjects related

to biotechnology in relation to other undergraduates. It also became evident that contents of high school are sometimes forgotten, as part of the university students had a performance below the average of high school students. It is understood there is deficiency in the understanding of the students surveyed concerning biotechnology.

KEYWORDS: Biosecurity, Biological Sciences, Education, Technology.

INTRODUÇÃO

O termo biotecnologia foi usado pela primeira vez em 1919, pelo engenheiro húngaro Karl Ereky, sendo definida como ciência que permite a obtenção de produtos mediante a intervenção de organismos (MALAJOVICH, 2009). Contudo, a definição oficial aceita pela *Food and Agriculture Organization* (FAO) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS), para o termo biotecnologia, é datada de 1992, como sendo “qualquer aplicação tecnológica que usa sistemas biológicos, organismos vivos ou seus derivados, para criar ou modificar produtos e processos para usos específicos” (FERRO, 2010). Conclui-se assim que a biotecnologia é uma das práticas mais antigas da humanidade, sendo empregada para produção de cerveja, vinhos, queijos e pão desde o Egito antigo (FARDELONE & BRANCHI, 2006; FERRO, 2010).

Inicialmente, a biotecnologia esteve centrada na utilização das técnicas de fermentação para a produção de alimentos e cultivo de microrganismos para a fabricação de antibióticos, a exemplo do uso de culturas de *Penicillium notatum* para a produção da penicilina, cuja ação antibiótica foi descoberta em 1929 (BENNETT & CHUNG, 2001).

Com o avanço das ciências, a biotecnologia modernizou-se, entrelaçada, segundo MALAJOVICH (2009) a ciências básicas (biologia molecular, microbiologia, genética etc.) e a ciência aplicada (técnicas imunológicas, bioquímicas e decorrentes da física), bem como a outras tecnologias (fermentações, separações, purificações, informática, robótica etc.). Assim, as técnicas de manipulação dos seres vivos se ampliaram, promovendo um desenvolvimento significativo da agricultura, medicina, indústria farmacêutica, têxtil, entre outras. Especificamente para as ciências da vida, algumas descobertas de grande importância possuem relação com a biotecnologia, destacando-se: a descoberta da estrutura do DNA, o uso das enzimas de restrição, a transferência de genes entre espécies e o desenvolvimento da técnica de reação da polimerase em cadeia (PCR).

Didaticamente é possível classificar a biotecnologia em clássica e moderna, tendo como marco para essa classificação uma série de experiências realizadas por H. Boyer e S. Cohen que culmina em 1973 com a transferência de um gene de sapo a uma bactéria (MALAJOVICH, 2009). Desde então se tornou possível mudar o programa genético de um organismo transferindo-lhe genes de outra espécie. Assim, passou-se a entender como biotecnologia clássica (ou tradicional) aquela que aproveita a ação de organismos vivos não modificados para a obtenção de produtos e, biotecnologia moderna, aquela que utiliza de técnicas de engenharia genética para criar ou modificar produtos (TRIBOLI, 1988).

Considerando as suas diversas aplicações, a biotecnologia contribuiu e revolucionou a agricultura, a saúde e potencializa ações que beneficiam o ambiente em geral. Na agricultura, por exemplo, cita-se o desenvolvimento e a

aplicação de modernas tecnologias que permitem identificar e selecionar genes associados à expressão de características benéficas para serem usados como marcadores nos processos de seleção assistida, ou ter a expressão de um determinado gene em outro organismo por transgenia (CARRER *et al.*, 2010). Assim, com maior precisão, a biotecnologia contribui para obtenção de características agronômicas e nutricionais desejáveis nos cultivos de diferentes espécies, possibilitando uma agricultura menos suscetível a pragas e patógenos, mais nutritiva e com menores impactos ambientais (ROSSITER *et al.*, 2008).

Na área da saúde, a biotecnologia tem sido aplicada para o desenvolvimento de vacinas, terapia gênica e celular, desenvolvimento e uso de células-tronco embrionárias, bem como no desenvolvimento de biofármacos, que podem ser entendidos como proteínas recombinantes destinadas à terapêutica (GIBSON *et al.*, 2010). Como exemplo, em 1978, o uso da biotecnologia permitiu o desenvolvimento do primeiro biofármaco produzido por bactérias, a insulina recombinante humana. Fato que permitiu reduzir significativamente problemas associados à impureza da substância, originalmente purificada do pâncreas de animais, facilitando o tratamento da diabetes (FERRO, 2010). Atualmente, mais de 350 medicamentos elaborados com auxílio da biotecnologia estão sendo aprovados para tratamento de mais de 150 doenças (FARDELONE & BRANCHI, 2006).

Por sua vez, o meio ambiente tem sido beneficiado com os avanços da biotecnologia, tendo como exemplo o uso, em vários países, da biorremediação como estratégia para a eliminação dos contaminantes de solo. Essa técnica consiste na utilização de processo ou atividade biológica para transformar os contaminantes em substâncias inertes (HOLLINGER *et al.*, 1997). Em geral, estratégias biotecnológicas apresentam menor custo e maior eficiência na remoção dos contaminantes do que as técnicas físicas e químicas (como incineração e lavagem do solo), sendo utilizada no tratamento de resíduos e na remediação de áreas contaminadas (BANFORTH & SINGLETON, 2005).

Devido a incertezas científicas e sociais as biotecnologias têm sido objetos de intensos debates no contexto internacional. A percepção pública acerca do assunto oscila entre aceitação e hostilidade, diante das controvérsias que o envolvem. Detalhes sobre tais discussões podem ser obtidos mediante leituras das obras de LEITE (1999, 2000 e 2007), GUIVANT (2006) e COSTA & DINIZ (2000), sendo muitos destes debates relacionados a potenciais riscos para a saúde humana e para o ambiente. Ponderações sobre tais riscos, bem como a sistematização de medidas preventivas, em cada caso constitui um campo por excelência de órgãos legislativos e de fiscalização, que no Brasil são representados pelo Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS) e pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Tais órgãos regulam a construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento, liberação e descarte de organismo geneticamente modificado (OGM) e derivados, por meio da Lei nº 11.105 de 2005 (BRASIL, 2005).

Do ponto de vista da medicina, embora exista normatização específica e órgãos de controle, as pesquisas com células-tronco embrionárias tornaram-se uma das maiores controvérsias morais e políticas da atualidade (TAKEUCHI & TANNURI, 2006). A legislação brasileira permite o uso de células-tronco embrionárias para pesquisa e terapia, porém, essas células devem ser obtidas de embriões humanos

produzidos por fertilização *in vitro* não utilizados no procedimento, necessitando ainda serem embriões inviáveis e que tenham sido mantidos congelados por mais de três anos. Além disso, deve haver o consentimento dos genitores, bem como a aprovação prévia dos projetos pelo comitê de ética (BRASIL, 2005).

MALAJOVICH (2007) afirma que a opinião pública sobre biotecnologia é mais afetada por *lobbies* ou pressões de grupos de opinião que por uma real compreensão do tema. A mesma autora defende que divulgar e popularizar a biotecnologia contribui para a criação da cultura científico-tecnológica que é indispensável para definir os rumos que a sociedade dará à economia, à indústria, à saúde e ao meio ambiente. Nesse contexto, o papel do ensino é fundamental para promover familiarização e esclarecimentos a respeito do tema. Porém, é necessário que haja uma seleção prévia dos conteúdos a serem trabalhados, distinguindo-se o que, quando e quanto deve ser ensinado em cada nível educacional (MALAJOVICH, 2007). Posteriormente, devem-se escolher as modalidades didáticas e estratégias adequadas para abordagem do assunto. Além disso, é de fundamental importância que haja a qualificação do professor que irá desempenhar tal papel.

Para o ensino da biotecnologia, normalmente, a tarefa recai aos professores de Biologia ou Química, que contam com um nível heterogêneo de conhecimento, tanto teórico como prático a respeito do tema. Apenas a graduação não é suficiente, visto que costuma conferir uma visão geral do tema. Em relação à prática, MALAJOVICH (2007) defende que o problema é ainda mais complexo, visto que poucos dos professores recém-formados tiveram vivência em laboratórios de pesquisa, onde aplicaram novas tecnologias ou acompanharam sua utilização. De modo que a grande maioria possui conhecimento prático limitado, oriundo de discussões teóricas em momentos pontuais da formação.

Com a escassez de laboratórios nas escolas, a saída para os professores estaria em procurar material na internet. Nesse contexto, embora existam limitações decorrentes da rigidez e da difícil adaptação dos protocolos a condições escolares, também se encontram montagens experimentais simples e suficientemente flexíveis que permitem introduzir diferentes variáveis e desenvolver pequenos projetos de pesquisa. A Sociedade Brasileira de Genética (SBG) publica uma revista semestral *online*, chamada Genética na Escola (disponível em: <www.geneticanaescola.com.br>), destinada a professores do ensino médio e superior (doravante EM e ES, respectivamente), que tem como objetivo subsidiar debates e reflexões sobre o ensino e a aprendizagem de genética. A própria SBG relata que “dentro de suas diferentes seções, a revista oferece oportunidade aos autores de submeterem artigos sobre Temas atuais em genética, Atividades práticas, Trabalhos clássicos e Metodologias alternativas” que abordem uma das áreas da genética.

Existindo carências nos ensinamentos de biotecnologia no EM, os alunos tendem a manter conceitos arbitrários sobre o tema. Mesmo ingressando no ES, cursos não pertencentes à área de Ciências Naturais não abordarão diretamente o assunto. Para estes casos, as informações disponibilizadas na internet podem representar uma alternativa eficiente. PINTO & NAKAMURA (2011) afirmam que uma proposta eficiente de atividade pode ser a análise de materiais divulgados pelas mídias atuais sobre a biotecnologia a exemplo do curso disponibilizado gratuitamente pela SBG (<www.saibamaisbiotec.com.br>).

Considerando a relevância que a Biotecnologia tem adquirido nas últimas décadas, o fato de tratar-se de uma vertente relativamente nova no âmbito da Biologia e de ser um tema polêmico, que envolve jogos de interesse e afetam a percepção pública, objetivou-se (i) analisar o conhecimento dos discentes de diferentes cursos da UESB acerca do tema Biotecnologia e suas aplicações, (ii) comparar os dados obtidos com os acadêmicos da UESB com as percepções de alunos do Ensino Médio, bem como (iii) relacionar o número de disciplinas específicas cursadas com suas concepções sobre o tema.

METODOLOGIA

Características gerais e universo amostral

Trata-se de uma pesquisa quanti-qualitativa do tipo descritiva, tendo sido utilizado para a coleta de dados um questionário padronizado contendo 11 assertivas (verdadeiras ou falsas), abrangendo desde conceitos básicos até as polêmicas que permeiam a biotecnologia.

A população estudada foi composta por acadêmicos de 10 cursos de graduação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (*campi* de Itapetinga e Vitória da Conquista) e alunos de quatro escolas de ensino médio do município de Itapetinga, Bahia, sendo duas escolas particulares e duas públicas. Foram amostrados aleatoriamente um total de 200 graduandos dos cursos de Ciências Biológicas, Engenharia Ambiental, Engenharia de Alimentos, Zootecnia, Química, Pedagogia, Geografia, Letras, Ciências Contábeis e Agronomia. Em média foram amostrados 20 estudantes do ensino superior (ES) para cada curso, sendo estes abordados nos pátios da universidade. Para o ensino médio (EM), foram amostrados alunos de quatro turmas do terceiro ano, sendo duas de escolas privadas (A e B) e duas de escolas públicas (C e D). No total, foram amostrados 200 estudantes do ES e 70 do EM, sendo os estudantes do nível médio adotados também como padrão nas comparações realizadas, visto que todos os alunos pesquisados (tanto do EM quanto do ES), passaram/passam por essa etapa.

Coleta de dados

Os questionários foram aplicados entre os meses de agosto e dezembro de 2011. Todos os estudantes amostrados foram previamente informados sobre os objetivos da pesquisa, bem como a metodologia a ser utilizada para análise dos dados, sendo também apresentado aos mesmos o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), sendo a identidade dos pesquisados mantida em anonimato.

As questões objetivas, respondidas individual e voluntariamente, foram julgadas conforme o grau de aceitação dos entrevistados, utilizando-se, para isto, uma escala tipo Likert, baseada na premissa de que a atitude geral que um indivíduo apresenta em uma determinada situação se remete às suas crenças sobre o objeto da atitude (COSTA *et al.*, 2011). Por tratar-se de uma pesquisa de opinião pública, procurou-se (i) conhecer o grau de embasamento dos pesquisados a respeito do tema, (ii) descobrir as implicações diretas que isso pode ter nas suas expectativas e crenças e, (iii) captar a aceitação ou rejeição da população amostrada frente às novas tecnologias. Assim, os pesquisados puderam julgar as assertivas tendo a possibilidade de escolher entre as

alternativas: “discordo fortemente”, “discordo”, “indiferente”, “concordo” ou “concordo fortemente”, seguindo a regra exibida na Tabela 1.

TABELA 1. Critério utilizado para a atribuição das notas aos indivíduos amostrados, de acordo com as alternativas de respostas contidas na escala de Likert.

Respostas	Assertiva	
	Verdadeira	Falsa
Concordo fortemente	2	-2
Concordo	1	-1
Indiferente	0	0
Discordo	-1	1
Discordo Fortemente	-2	2

Análises estatísticas

Avaliações estatísticas descritiva (médias, desvios padrões e valores extremos, sumarizados em gráficos Box-Plot), univariada (análise de variância - ANOVA e comparação de médias) e multivariada (matriz de distância euclidiana e agrupamento de dados pelo método da média não ponderada - UPGMA) foram feitas com auxílio dos programas BioEstat 5.3 (AYRES *et al.*, 2006) e Genes (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média de acertos obtida pelos acadêmicos pesquisados não diferiram significativamente da média apresentada pelos alunos do EM ($p > 0,05$; teste comparação de médias) (Figura 1a). Essa informação provoca reflexões a respeito da forma como os conhecimentos associados à biotecnologia estão sendo apresentados, seja pela mídia ou em salas de aula. Por se tratar de um tema controverso e que por vezes envolve jogos de interesse, as informações apresentadas devem ser sempre avaliadas com um olhar crítico, mantendo-se a atenção na origem da informação. Tal trabalho de triagem, em busca de informações confiáveis, vem se tornando muito difícil com a gama de informações disponível na internet, em especial para o público em geral, visto que acadêmicos possuem, em linhas gerais, metodologias e portais específicos para realização de suas pesquisas. O papel do ensino formal, inicialmente nas séries do EM, é fundamental, já que fornece um marco de referência para entender a biotecnologia. Contudo, os próprios docentes revelam sentir dificuldades em compreender, acompanhar e mediar à aprendizagem de conteúdos relacionados às novidades biotecnológicas (AMORIM, 1997). Além disso, a semelhança expressas nas opiniões dos alunos do EM e ES, reforça a importância do tema ser suficientemente trabalhado no EM, visto que as opiniões dos graduandos estão ligadas a conhecimentos adquiridos no período que antecede seu ingresso na universidade.

É importante observar que existe uma variação no nível de conhecimento observado tanto para os diferentes grupos de alunos do EM (variação aproximada de

1,5 pontos entre as turmas amostradas), quanto para os grupos de alunos do ES (variação aproximada de 3,5 pontos entre os cursos de graduação amostrados) (Figura 1b e 1c). Para os grupos do EM, onde teoricamente são trabalhados os mesmos conteúdos, essa diferença pode estar associada aos métodos didáticos utilizados por cada estabelecimento de ensino (variável não pesquisada neste estudo por fugir ao objetivo principal da pesquisa). Entretanto, para os grupos do ES, as diferenças observadas são justificadas, em grande parte, pela afinidade prática existente entre os cursos e a própria biotecnologia. É possível elucubrar que os representantes dos cursos que apresentaram pontuação inferior a seis, provavelmente não tiveram muito contato com práticas ou conceitos a respeito da biotecnologia no período em que cursaram o EM, ou pode estar havendo esquecimento do assunto com o passar dos anos, visto que não são cursos diretamente relacionados à biotecnologia.

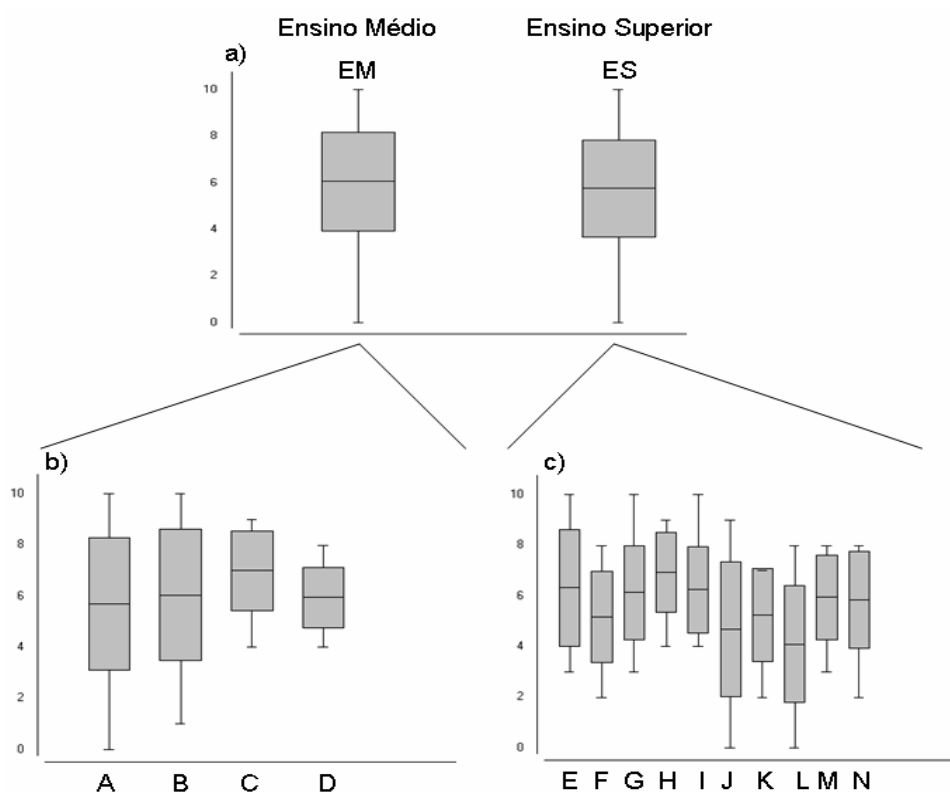


FIGURA 1: Gráfico Box-Plot apresentando medidas de dispersão – médias, desvios padrões e valores extremos – relacionadas ao perfil de conhecimento a respeito da Biotecnologia entre alunos do ensino médio e superior a); alunos de diferentes escolas do ensino médio b) e entre alunos de diferentes cursos de graduação c).¹

¹ A e B = Escolas particulares; C e D = Escolas públicas; E = Agronomia, F = Ciências Contábeis, G = Ciências Biológicas, H = Engenharia de Alimentos, I = Engenharia Ambiental, J = Geografia, K = Letras, L = Pedagogia, M = Química, N = Zootecnia, G* = formandos do curso de Ciências Biológicas.

Colocando em evidência o contraste observado entre diferentes cursos de graduação, quanto ao conhecimento dos pesquisados a respeito da biotecnologia, é possível observar um ganho para os graduandos de áreas diretamente relacionadas ao uso da biotecnologia (fato que embora seja esperado é interpretado como positivo) (Figura 2). Contudo, fica também evidenciado a perda que muitos graduandos apresentam no conhecimento necessário para discussão da temática biotecnologia. Comparando as médias de cada curso, os resultados indicam um ganho real no conhecimento sobre biotecnologia dos graduandos que possuem contato com disciplinas associadas à Genética e Biologia Molecular. Neste contexto, graduandos de cursos como as Ciências Biológicas, Engenharia de Alimentos e Agronomia apresentaram padrões de resposta diferenciados em relação a cursos como Pedagogia e Geografia.

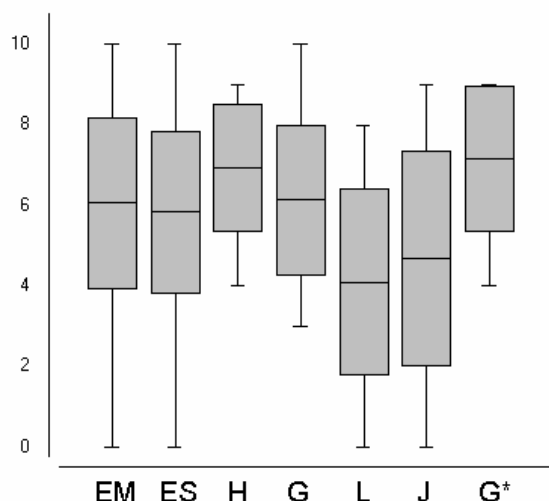


FIGURA 2: Gráfico Box-Plot apresentando medidas, desvios padrões e valores extremos relacionadas ao perfil de conhecimento a respeito da Biotecnologia entre alunos do ensino médio (EM), superior (ES) e alunos de cursos de graduação que contrastaram em relação ao conhecimento sobre a Biotecnologia.¹

Grupos de graduandos que alcançaram médias abaixo dos demais cursos e até do EM, provavelmente trazem esse déficit de informações sobre biotecnologia desde a sua formação inicial. Nas últimas décadas, a ciência e a tecnologia estão cada vez mais presentes em diversos setores da vida e, segundo BEHRENS (2003), os

ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. **2195** 2012

homens despertaram para a importância da educação como necessidade preeminente para viver em plenitude como pessoa e como cidadão na sociedade. Todavia, o ensino de Biologia ainda hoje se organiza de modo a privilegiar o estudo de conceitos, linguagem e metodologias desse campo de conhecimento, tornando as aprendizagens pouco eficientes para interpretação e intervenção na realidade. A possível ausência de conteúdos sobre biotecnologia no EM, ou mesmo a existência de equívocos na abordagem destes conteúdos podem ser indicados como causa para o fato de muitos alunos ingressarem e seguirem no ES com conceitos arbitrários, ou mesmo desconhecendo a presença da biotecnologia em suas vidas.

Analisando o fluxograma dos cursos que foram indiretamente amostrados nessa pesquisa (disponível em <www.uesb.br>), observa-se associação entre os cursos que possuem maior número de disciplinas relacionadas à biotecnologia são aliados com melhor desempenho na pesquisa. Os cursos de Ciências Biológicas, Agronomia e Engenharia de Alimentos possuem um maior número de disciplinas específicas que abordam a biotecnologia. A Biologia oferece disciplinas como Genética Geral, Biologia Molecular, Princípios Genéticos em Biotecnologia e Genética de Microrganismos Procariotos; a Agronomia oferece Genética Geral, Fitopatologia II, Melhoramento Animal e Melhoramento Vegetal; e por sua vez a Engenharia de Alimentos apresenta em sua grade a disciplina Ciência e Tecnologia (CT) de Alimentos, que foi dividida em: CT de Carnes, CT de Leite, CT de Frutas e Hortaliças, CT de Massas e Panificação e CT de Bebidas. Em contra partida cursos que não apresentam nenhuma disciplina com ênfase em biotecnologia correspondem aos grupos com menor desempenho na pesquisa. Entretanto, como discutido anteriormente, essa ausência de disciplinas não justifica, sozinha, os resultados apresentados na Figura 2, em que estudantes do ES apresentam desempenho abaixo do universo amostral que representa o EM.

Analisando as concepções apresentadas pelos pesquisados a respeito da biotecnologia, ficou evidente que alguns pontos/conceitos geram mais dúvidas e equívocos do que outros (Tabela 2). A segunda assertiva do questionário, que abordava a definição de biotecnologia, teve um grande percentual de acerto. Em contrapartida, o baixo percentual de acerto na questão três indica que os discentes não consideram a biotecnologia como uma prática milenar na humanidade. Uma provável explicação para esse fato é que as biotecnologias modernas, principalmente as provenientes da engenharia genética, são mais difundidas na mídia do que processos mais simples, aqui apresentados como clássico. Devido a essa controvérsia, muitos pesquisadores discutem as dificuldades inerentes aos processos de classificação da biotecnologia (TRIBOLI, 1988).

Observou-se também um baixo percentual de acerto na questão nove, que afirma a possibilidade de transferência de gene entre espécies distintas (transgenia) (Tabela 2). Contudo, o início da engenharia genética em 1973 foi marcado pela modificação intencional de parte do patrimônio genético de uma espécie de microrganismo, pela adição de material genético de outra espécie, através de técnicas laboratoriais (NASCIMENTO *et al.*, 2003; GRIFFITHS *et al.*, 2008). Então, o baixo percentual de acerto para esta questão permite inferir que há, em geral, desconhecimento por parte dos universitários no que diz respeito a princípios básicos de técnicas biotecnológicas. Assim, não apenas a divulgação das inovações biotecnológicas, mas também o ensino dos seus princípios é fundamental

para que todos estejam preparados para opinar e se posicionar frente às inovações introduzidas pela ciência na sociedade.

Como observado por MOREIRA (2006), em sua pesquisa sobre as concepções de acadêmicos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas sobre Biotecnologia, as respostas obtidas na presente pesquisa indicam que o conhecimento de grande parte dos acadêmicos decorre da assimilação de informações superficiais, transmitidas pela mídia ou adquiridas no período que antecedeu o ingresso na universidade.

A matriz de distância euclidiana (D) gerada a partir das respostas observadas no questionário possibilitou identificar claramente os grupos (pesquisados de diferentes cursos de graduação) mais divergentes e mais semelhantes quanto as opiniões expressas a respeito da biotecnologia (Tabela 3). As menores divergências observadas foram entre o curso de Ciências Biológicas e os cursos Engenharia de Alimentos ($D = 2,1$) e Engenharia Ambiental ($D = 3,2$). As maiores divergências foram entre o curso de Pedagogia e os cursos de Engenharia de Alimentos ($D = 7,1$) e Letras ($D = 7,0$). Os resultados da Tabela 3 corroboram com as discussões realizadas, podendo, ser explicado pela quantidade de disciplinas específicas oferecidas para os cursos destacados: Ciências Biológicas = 4, Engenharia de Alimentos = 5, Engenharia Ambiental = 3.

TABELA 2. Percentual de acerto, para as questões propostas, obtida pelos pesquisados que formaram cada um dos grupos pesquisados (compostos por alunos do ensino médio e de diferentes cursos de graduação).

Síntese das Questões propostas	EM	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1 As práticas biotecnológicas foram inventadas recentemente apenas para benefício do homem	52,9	61,5	50,0	78,2	80,0	65,0	55,0	43,8	70,0	60,0	60,0
2 Biotecnologia usa de organismos vivos para criar ou modificar produtos para usos específicos	58,6	53,8	66,7	77,4	85,0	80,0	60,0	37,5	40,0	90,0	50,0
3 Biotecnologia é uma prática muito antiga, empregada antes de Cristo na produção de pão e cervejas	22,9	46,2	58,3	40,9	40,0	70,0	25,0	25,0	10,0	30,0	15,0
4 Falta de fiscalização das práticas biotecnológicas no Brasil	60,0	46,2	50,0	64,1	75,0	80,0	40,0	62,5	30,0	60,0	65,0
5 CTNBio como órgão regulador do manejo e comercialização dos OGMs	85,7	76,9	50,0	60,5	80,0	60,0	55,0	75,0	40,0	70,0	50,0
6 Biotecnologia promete sanar a escassez de alimentos, rompendo as limitações da natureza	65,7	46,2	33,3	51,4	50,0	35,0	35,0	68,8	20,0	35,0	75,0
7 A Biotecnologia compromete o equilíbrio natural dos ecossistemas	55,7	30,8	41,7	57,1	65,0	60,0	40,0	25,0	65,0	40,0	60,0
8 A produção de vacinas e insulina são benefícios proporcionados à sociedade através da Biotecnologia	64,3	69,2	41,7	83,7	75,0	75,0	50,0	68,8	25,0	50,0	75,0
9 É possível a inserção de um gene animal no DNA de uma planta, para que esta expresse uma característica de interesse	27,1	53,8	16,7	26,8	30,0	5,0	15,0	18,8	35,0	30,0	40,0
10 O consumo de transgênicos é um risco à saúde humana	47,1	38,5	33,3	38,9	45,0	35,0	55,0	56,3	40,0	50,0	55,0
11 Os transgênicos devem ser rejeitados por uma questão ética	65,7	61,5	75,0	62,7	70,0	60,0	40,0	43,8	35,0	80,0	40,0

EM = Ensino Médio, E = Agronomia, F = Ciências Contábeis, G = Ciências Biológicas, H = Engenharia de Alimentos, I = Engenharia Ambiental, J = Geografia, K = Letras, L = Pedagogia, M = Química, N = Zootecnia.

TABELA 3. Matriz de distância euclidiana entre os diferentes grupos de pesquisados (alunos do ensino médio e de diferentes cursos de graduação) tomando por base o percentual de acertos dos entrevistados para cada uma das questões propostas.

	EM	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Ensino Médio – EM	0,0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Agronomia – E	3,8	0,0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Ciências Contábeis – F	4,7	4,4	0,0	---	---	---	---	---	---	---	---
Ciências Biológicas – G	3,8	4,1	4,5	0,0	---	---	---	---	---	---	---
Engenharia de Alimentos – H	3,6	4,7	5,4	2,1*	0,0	---	---	---	---	---	---
Engenharia Ambiental – I	5,0	5,6	4,0	3,2*	3,7	0,0	---	---	---	---	---
Geografia – J	4,2	4,8	4,2	4,8	5,6	5,5	0,0	---	---	---	---
Letras – K	3,5	4,8	5,7	5,7	6,1	6,3	3,8	0,0	---	---	---
Pedagogia – L	6,2	5,9	5,6	6,0	6,9	7,1*	4,3	7,0*	0,0	---	---
Química – M	3,5	4,0	3,7	3,8	3,6	4,7	4,0	5,1	6,1	0,0	---
Zootecnia – N	3,7	4,9	6,1	4,3	4,9	6,0	4,3	4,0	5,6	5,2	0,0

*Maiores e menores distâncias observadas.

Através da matriz de distância euclidiana apresentada foi construído um dendograma que permite fácil visualização de grupos similares e divergentes (Figura 3). Destaca-se na Figura 3 ao menos três grupos, sendo, como nos resultados anteriores, o agrupamento entre os cursos de Ciências Biológicas, Engenharia de Alimentos e Engenharia Ambiental o de maior similaridade. O curso de Pedagogia manteve-se distante dos demais, indicando que seus representantes tiveram um desempenho aquém dos outros cursos, ao se tratar dos conhecimentos a respeito da biotecnologia e duas implicações.

Entende-se existir carência na concepção apresentada a respeito da biotecnologia pelos alunos do ensino médio e superior. Temas polêmicos como aqueles associados à biotecnologia, por vezes tão explorado pela mídia, merecem empenho e cautela ao serem trabalhados em sala de aula, para que suas questões não se distanciem do entendimento e do controle social. Atualmente, os produtos advindos da biotecnologia fazem parte do cotidiano global, seja na área de saúde, meio ambiente ou agricultura. Desse modo, nota-se a importância na população em construir, mediada pelo ensino formal, opiniões embasadas no conhecimento científico e não apenas em senso comum, para que esteja apta a solucionar problemas e, ou, opinar de maneira consciente a respeito da biotecnologia.

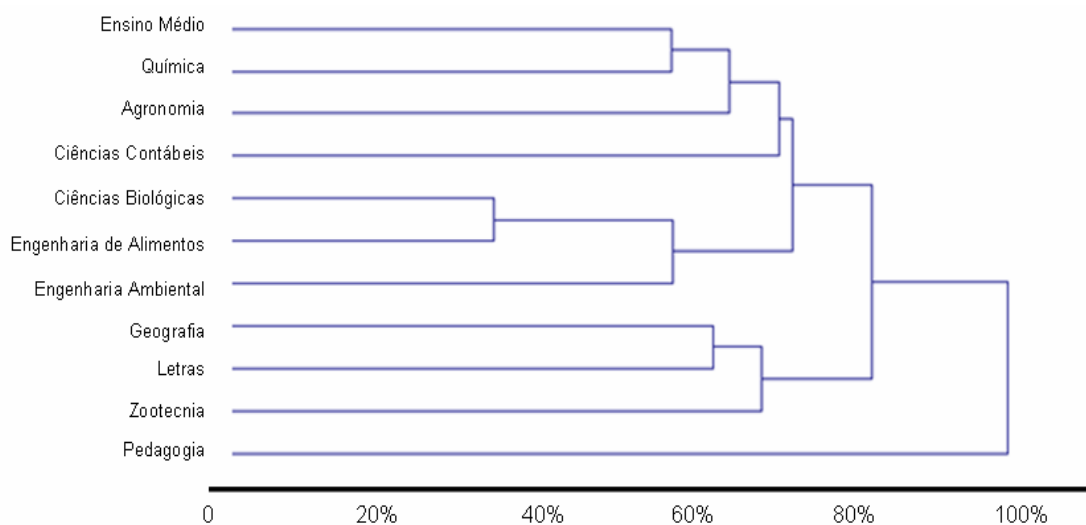


FIGURA 3: Dendrograma obtido pelo método da média aritmética não ponderada, enfatizando o percentual de diferenças entre os grupos de alunos pesquisados (do ensino médio e de diferentes cursos de graduação) quanto ao conhecimento a respeito da Biotecnologia.

Na era da informação e da expansão constante de conhecimentos, torna-se impossível para uma pessoa apoderar-se de todos eles. Nas ciências biológicas, sabe-se que até os próprios docentes revelam sentir dificuldades em compreender, acompanhar e mediar a aprendizagem de conteúdos relacionados às novidades biotecnológicas. Torna-se imprescindível, então, o domínio do conhecimento científico pelos professores, além de saber organizar e gerenciar o fluxo contínuo de conhecimentos a serem compartilhados com os alunos do ensino médio.

Em meio acadêmico, pôde-se constatar um *déficit* maior de informações sobre biotecnologia por parte de graduandos dos cursos não pertencentes à área de Ciências Naturais. Como alternativa, entende-se que estímulos à análise crítica de materiais divulgados pelas mídias atuais sobre a biotecnologia pode ser uma proposta eficiente de atividade informativa.

CONCLUSÃO

Os alunos do ensino médio e ensino superior embora capazes de posicionarem-se a respeito da biotecnologia, desconhecem princípios básicos relativos a esta área, além de apresentar equívocos conceituais. Estes problemas podem ser reflexos da superficialidade do ensino desta temática ao longo do ensino médio e a ausência do conhecimento do histórico do nascimento e desenvolvimento da biotecnologia por parte destes alunos. Neste sentido, alunos que cursam áreas afins às ciências biológicas e biotecnologia possuem

conhecimento mais aprofundado das temáticas relacionadas a esta área; ao passo que as deficiências advindas do ensino médio e a falta de significância nos conceitos acerca da biotecnologia adquiridos durante este estágio, acabam por fazer com que alunos que não sigam áreas afins às ciências biológicas e biotecnologia, esqueçam de conceitos primordiais sobre biotecnologia o que gera prejuízos na capacidade destes em entender e discutir conceitos tão cotidianos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Dra. Janaina Silva de Freitas Pereira pelas críticas e consequentes contribuições apresentadas, bem como a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB pela estrutura disponibilizada para execução desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, A. C. R. O ensino de Biologia e as relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade: O que dizem os professores e o currículo do Ensino Médio? In: ENCONTRO “PERSPECTIVA DO ENSINO DE BIOLOGIA”, 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Encontro “Perspectiva do Ensino de Biologia, 1997. P.74-77.

AYRES, M., AYRES JÚNIOR, M., AYRES, D. L.; SANTOS, A.A. **BIOESTAT 5.3** – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências Biomédicas. Ong Mamiraua. 2006, Belém, PA.

BANFORTH, S.; SINGLETON, I. Biorremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons: current knowledge and future directions. **Journal of Chemical Technology**, Oxon, v. 80, n. 7, p. 723-736, 2005.

BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. 3. ed. 2003, Curitiba: Champagnat.

BENET, J. W; CHUNG, K. T. Alexander Fleming and the discovery of penicillin. **Advances in Applied Microbiology**, v. 49, p.163-84, 2001.

BRASIL. **Lei nº 11.105/2005** [on line], 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm. Acesso em 23 janeiro 2012.

CARRER, H.; BARBOSA, A. L.; RAMIRO, D. A. Biotecnologia na agricultura. **Estudos Avançados** 24 (70), 2010.

ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. **2201** 2012

COSTA, S. I.; DINIZ, D. Mídia, clonagem e bioética. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.16 n.1, p. 155-162, 2000.

COSTA, L. O.; MELO, P. L. C.; TEIXIERA, F. M. Reflexões acerca das diferentes visões de alunos do ensino médio sobre a origem da diversidade biológica. **Revista Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 115-128, 2011.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: Aplicativo Computacional em Genética e Estatística. Editora UFV. 2006, Viçosa, MG.

FARDELONE, L. C.; BRANCHI, B. A. Avanços recentes do mercado farmacêutico, **Revista da FAE**, Curitiba, v. 9, n.1, p.139-152, 2006.

FERRO, E. S. Biotecnologia translacional: hemopressina e outros peptídeos intracelulares. **Estudos Avançados** 24 (70), 2010.

GIBSON, D. G. et al. Creation of a bacterial cell controlled by a chemically synthesized genome. **Science**, v.329, n.5987, p.52-56, 2010.

GRIFFITHS, A. J. F., WESSLER S. R., LEWONTIN, R. C., CARROLL, S. B. **Introdução à Genética**: Isolamento e manipulação de gene. ed. 9, p. 609-641. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

GUIVANT, J. S. Transgênicos e percepção pública da ciência no Brasil. **Ambiente & Sociedade**. v. 9, n. 1, 2006.

HOLLINGER, C. et al. Contaminated environmental in the subsurface and bioremediation: organic contaminants. **FEMS Microbiology Review**, Amsterdam, v. 20, n. 4, p.517-523, 1997.

LEITE, M. **Os genes da discórdia** – Alimentos transgênicos no Brasil. Política Externa. São Paulo, Paz e Terra, v. 8, n. 2, set. 1999.

LEITE, M. **Biotecnologias, clones e quimeras sob controle social** – missão urgente para a divulgação científica. São Paulo em Perspectiva, 14(3). 2000.

LEITE, M. Arautos da Razão: a paralisia no debate sobre transgênicos e meio ambiente. **Novos Estudos**. CEBRAP 78. p. 41-47, 2007.

MALAJOVICH, M. A. **Biotecnologia**: Fundamentos. Biblioteca Max Feffer. Rio de Janeiro, v. 8, p. 5, 2009.

MALAJOVICH, M. A. O ensino de Biotecnologia: enfrentando desafios. II Simpósio de Popularização da Biotecnologia, 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: ANBIO, 2007.

MOREIRA, C. N. **Concepções de acadêmicos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas sobre Biotecnologia e suas aplicações.** Trabalho de conclusão de curso (Ciências Biológicas), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista - BA, 2006.

NASCIMENTO, A. A. C.; ESPREAFICO, E. M.; LARSON, M. L. P.; MONESI, N.; ROSSI, N. M. M.; RODRIGUES, V. **Tecnologia do DNA Recombinante.** Universidade de São Paulo – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, 2003.

PINTO, A. M. JUNIOR; NAKAMURA, C. **As concepções dos estudantes do Ensino Médio sobre material genético e sua importância para compreensão de conceitos de Biotecnologia.** Trabalho de conclusão de curso (graduação), Universidade de São Paulo SP, Araçatuba - SP, 2011.

ROSSITER, J. G. A.; MUSSER, R. S.; MARTINS, L. S. S.; PEDROSA, E. M. R.; MEDEIROS, J. E. Seleção de genótipos de aceroleira assistida por marcadores isoenzimáticos visando à resistência a *Meloidogyne incognita* raça 2. **Rev. Bras. Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 4, p. 1057-1064, 2008.

TAKEUCHI, C. A.; TANNURI, U. A polêmica da utilização de células-tronco embrionárias com fins terapêuticos. **Revista Associação Brasileira de Medicina**, v.52, n.2, p. 63-77, 2006.

TRIBOLI, E. P. R. **Biotecnologia de Alimentos.** B. Ceppa, Curitiba, v.6, n.2, p. 95-104, jul/dez, 1988.