

Os significados de Transgênicos entre graduandos recém-ingressos nos cursos de Odontologia e Fisioterapia em uma universidade pública no sudoeste da Bahia

Jerry Adriane Pinto DE ANDRADE¹

Maria Luiza Rheingantz BECKER²

Theresinha Fróes BURNHAM³

Marilene Henning VAINSTEIN⁴

Resumo

Este artigo é um recorte de uma pesquisa de doutorado que acompanhou os processos de tomada de consciência de 46 alunos recém-ingressos nos cursos de Fisioterapia e Odontologia, nas disciplinas de Biologia Básica e Citologia e Genética, as quais foram ministradas pelo pesquisador. Trata-se de uma pesquisa de natureza quali-quantitativa que utiliza diferentes instrumentos de coleta: questionário, mapas conceituais com uso do Cmap Tools e filmagens. Entretanto, os dados apresentados aqui se referem à análise do questionário na categoria Implicação Significante, no primeiro momento da pesquisa. Essa análise tem como objetivo responder a um dos questionamentos da tese: Qual o significado de transgênicos entre graduandos recém-ingressos nos cursos de odontologia e fisioterapia, em uma universidade pública no sudoeste da Bahia. O referencial teórico é pautado na Epistemologia Genética. Os resultados demonstraram que a maioria dos sujeitos pesquisados apresenta um domínio de representação não estruturado acerca dos conhecimentos dessa área. Assim, foi possível perceber formas de pensamento transdutivo, ou seja, quando o raciocínio dos alunos parte do particular e se conduz ao particular, sem atingir uma generalização – por exemplo, quando os alunos tentam conceituar transgênicos a alimentos geneticamente modificados, tendo como exemplos principais soja e milho, ou ainda quando consideram os transgênicos uma solução para fome no mundo. Trata-se de respostas fragmentadas que não se coordenam conjuntamente e demonstram um raciocínio bem simples, próprio de uma lógica inacabada.

Palavras Chave: Inferência, Biotecnologia, Transgênicos, Ciências, Ensino e Aprendizagem.

¹ Doutor, Professor do Departamento de Ciências Biológicas (DCB) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). E-mail: jerryapa@uesb.edu.br.

² Doutora, Professora Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do sul (UFRGS). E-mail: mlbecker@portoweb.com.br.

³ Doutora, Professora da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia (UFBA). E-mail: tere-sinhafroes@uol.com.br.

⁴ Doutora, Professora do Centro de Biotecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: mhv@cbiot.ufrgs.br.

The meanings of Transgenic for newly admitted graduate students from the courses of Odontology and Physiotherapy programs at a public university in Southwest of Bahia - Brazil**Abstract**

This article is part of a doctorate research which intends to follow the grasp of consciousness processes of 46 newly admitted students from the graduate courses of Physiotherapy and Odontology in the classes of Basic Biology and Cytology and Science, which are taught by the researcher. It is a qualitative and quantitative research which uses different means of data collection: a questionnaire, concept maps (using Cmap Tools and films). However, the data presented here are only related to the analysis of the questionnaire in the category Significant Implications in the first part of the research. The objective of this analysis is to answer one of the thesis' questions: What is the meaning of Transgenic for the newly admitted graduate students in the health science courses (State University of the Southwest of Bahia) - Odontology and Physiotherapy. The theoretical references are based on Genetic Epistemology. The results show that most of the research subjects present an unstructured knowledge about the field. Thus, we could notice forms of transductive thinking, that is, the students' reasoning is from the particular to the particular, it does not reach a generalization - for example, when the students try to conceptualize transgenic to genetically modified food, using soy and corn as main examples, or when they consider transgenic a solution to world hunger. These are fragmented answers that do not coordinate together. They represent a very simple reasoning characteristic of an unfinished logic.

Key-words: Inference, Biotechnology, Transgenic, Science, Teaching and Learning.

Introdução

Antes mesmo que o termo *biotecnologia* fosse utilizado pelo engenheiro húngaro Karl Ereky, no ano de 1919, o homem já realizava diversas atividades biotecnológicas. Um antigo registro desse tipo de atividade está descrito no Novo Testamento, quando enfatiza que Jesus, no relato da Santa Ceia, quando Jesus se utilizou do pão e do vinho como símbolos de seu próprio corpo e sangue. Podemos inferir que a fabricação de pão e vinho, descrita na Santa Ceia, já se construiu em uma atividade biotecnológica. Regredindo ainda mais no tempo, veremos que habitantes da Mesopotâmia, a exemplos de sumérios e babilônios, já produziam cerveja por volta de 6.000 a.C., enquanto o pão fermentado, mais semelhante ao que comemos hoje, foi fabricado pelos egípcios, há cerca de 4.000 a.C. (ARAGÃO, 2003; LA COTARDIÈRE, 2011).

Por muito tempo, os fabricantes de pão, vinho e cerveja não souberam explicar corretamente os processos envolvidos na geração destes produtos. Assim, o homem foi um biotecnólogo que desconhecia os processos envolvidos na biotecnologia, pois não compreendia plenamente seu fazer. É por isso que enfatizamos que o fazer não é o que leva ao conhecimento, ainda que, de certo modo, o fazer se constitua numa primeira forma de conhecimento, num *savoir-faire*. É preciso, apenas, não se esquecer que não foram as ferramentas biotecnológicas que impulsionaram a biotecnologia, mas a própria inteligência, ao estabelecer relação entre o fazer e o compreender as razões do êxito ou do fracasso no fazer, que promoveu a evolução desta ciência. Isso implica dizer que a técnica está contida na ciência, e não o contrário (PIAGET, 1978 a; PIAGET, 1978 b).

Graças a essa tomada de consciência, e por meio de regulações e coordenações sucessivas das ações humanas, a biotecnologia evoluiu (PIAGET, 1978b). Nesse processo de desenvolvimento, foram muitos os cientistas que nos legaram sua parcela de contribuição. Mas foi somente no início da década de 1970, quando os cientistas passaram a manipular o genoma de organismos vivos, que a biotecnologia veio à luz. Isso significou a possibilidade de recombinar fragmentos de DNA bacteriano e de seres humanos, ou qualquer outra espécie, num tubo de ensaio, criando moléculas de

DNA personalizadas, que nunca haviam existido na natureza. Essas novas tecnologias imprimiram um salto qualitativo, pois marcam a passagem das biotecnologias tradicionais para a manipulação genética (SOETAERT; VANDAMME, 2010).

Diante dessas descobertas, temas como a clonagem, alimentos transgênicos, teste de paternidade, uso de células-tronco embrionárias etc. passaram a fazer parte do nosso cotidiano. De uma forma geral, podemos encontrar esses e tantos outros termos em diferentes meios de comunicação (televisão, jornais, internet etc.), que na maioria das vezes, tratam esses assuntos no âmbito do jogo de interesse, como linguagem rebuscada, mas enfoque sensacionalista e superficial, enfatizando conteúdos sem compromisso científico e educacional – apesar de não ser esse o papel primordial da mídia.

Acompanhar as informações que a mídia transmite para a comunidade sobre determinados assuntos científicos não significa conhecê-los do ponto de vista conceitual. É neste sentido que a escola precisa criar espaços de discussão para que os estudantes possam se apropriar de forma ativa destes conhecimentos, assegurando a aprendizagem dos mesmos, pois essa apropriação implica um esforço dialético, o que requer um trabalho pedagógico planejado, contínuo e alinhado a todo o processo de escolarização. Segundo os *Parâmetros nacionais do ensino médio* (PCNEM), uma educação em ciência e tecnologia de qualidade deverá formar “[...] indivíduos sensíveis e solidários, cidadãos conscientes dos processos e regularidades do mundo e da vida, capazes assim de realizar ações práticas, de fazer juízos e de tomar decisões”. (BRASIL, 1999, p. 44)

Diante das constatações acima, nota-se que, na atualidade, uma Educação em Ciência e Tecnologia é fundamental na vida dos indivíduos. Diante desta necessidade, algumas propostas para melhoria da qualidade do ensino de ciências têm sido defendidas em documentos, tais como: *os Parâmetros Curriculares Nacionais* (BRASIL, 1999), *Science for All Americans – Projeto 2061* (AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE, 1989) e *Beyond 2000: science education for the future* (MILLAR; OSBORNE, 1998). De certo modo, esses documentos apontam diretrizes para que o professor repense sua prática pedagógica, contribuindo para uma educação

voltada para formação de cidadãos críticos e capazes de elaborar juízos sobre benefícios e riscos das práticas científicas e tecnológicas.

Entretanto, apesar dessas recomendações, muitas pesquisas (ALVES, 2004, 2007; BIZZO, 1996; CARVALHO; DURBANO, 2008; GONÇALVES; PERON, 2012; LOPES, E, 2006; RODRIGUES, 2006; TAVARES; FERNANDES; FONSECA, 2011; FUJIL, 2009; PEDRACINI et al., 2008) direcionadas ao Ensino de Ciência e Biotecnologia, apontam para o despreparo dos professores para lidar com essa temática em sala de aula e para o fato de que esses conhecimentos são pouco compreendidos pelos alunos. Por isso, discutir tais conhecimentos é fundamental para que o aluno possa apropriar-se destes de forma significativa, ampliando sua compreensão dos processos científicos e tecnológicos.

É nesse sentido que desenvolvemos, em nossa tese, uma proposta pedagógica que possa trazer contribuições para melhoria do ensino de ciências no tocante a assuntos ligados a biotecnologia. Entretanto, os resultados que serão discutidos neste artigo dizem respeito à análise do questionário na categoria Implicação Significante no primeiro momento da pesquisa. Esses resultados têm uma preocupação descritiva que consideramos importante, pois fornecem as noções prévias dos estudantes sobre a temática que será trabalhada – colaborando para o *planejamento de estratégias* que possam conduzir às transformações dessas noções. Também, esses resultados iniciais contribuem para traçar um panorama acerca da temática biotecnologia, em nível regional, apontando diretrizes para a melhoria em educação nas áreas de ciências.

Enfim, o objetivo deste artigo é identificar as representações de biotecnologia em alunos recém-ingressos na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, nas disciplinas de Biologia Básica e Citologia e Genética nos cursos de Odontologia e Fisioterapia. O texto está dividido em três momentos: no primeiro, descreveremos o delineamento metodológico da pesquisa; no segundo, analisamos os resultados; e no terceiro, tecem-se as considerações finais.

Metodologia da pesquisa e da análise dos dados

Trata-se de uma pesquisa de natureza quali-quantitativa. A escolha por esse tipo de pesquisa deve-se à interface na qual a tese de doutorado está sendo construída, ou seja, apesar de ser uma tese desenvolvida no programa de Biologia Celular e Molecular – que prima pelas abordagens quantitativas – ela apresenta um enfoque voltado para as questões de ensino/aprendizagem, necessitando da fundamentação teórica na área de educação – que prima pelas abordagens qualitativas. Muitos autores (BOUDON, 1979; BRÜGGEMANN; P ARPINELLI, 2008; LAZARSELD; BARTON, 1967; MINAYO; SANCHES, 1993; REICHARDT; COOK, 1979; WALLACE, 1971) enfatizam a complementaridade dessas abordagens. Nesta situação, optamos pela construção de uma metodologia que consiga agrupar aspectos de ambas as perspectivas.

Os resultados apresentados neste artigo fazem parte de um recorte de uma investigação para a tese de doutorado, que analisa o processo de aprendizagem significativa de 46 alunos. Os dados foram coletados sob a responsabilidade do primeiro autor deste trabalho e referem-se à análise do questionário no primeiro momento da pesquisa na categoria Implicação Significante, com intuito de responder uma das nossas questões de pesquisa: Quais são as representações de Biotecnologia em alunos recém-ingressos numa universidade pública no sudoeste da Bahia?

Em relação ao questionário, optou-se por questões abertas. Os resultados que serão apresentados neste momento debatem as questões (6, 7, 8, 9 e 11) que envolvem o conceito de transgênicos.

Procedemos ao processo de validação⁵, quando selecionarmos as questões, e o instrumento foi pré-testado, com intuito de imprimir qualidade a esse processo. Realizamos, ainda, uma verificação do questionário elaborado, observando se todas as perguntas eram válidas para todos os pesquisados e se os temas abordados nas questões abertas eram corretamente interpretados. Essa é uma fase importante da pesquisa, pois tal procedimento procura conferir uma maior qualidade ao material elaborado.

⁵ O conceito de validação utilizado nesta pesquisa vêm da psicometria, ou seja, validação envolve todo e qualquer procedimento de análise das propriedades do instrumento afim de verificar o seu grau de coerência e qualidade.

Entretanto, devemos ressaltar que o conceito de validação é dinâmico (e não estático), o que implicou sucessivas atualizações do questionário deste trabalho até sua versão final. (DELIZA; ROSENTHAL; COSTA, 2003. PASQUOLI, 2010)

Também, no momento em que procedemos a uma revisão bibliográfica mais elaborada – baseada na Epistemologia Genética – sobre as justificativas para a interpretação e análise dos resultados, pode-se dizer que houve um processo de validação de conteúdo do questionário (validação de conteúdo da escala), o que aumenta ainda mais as evidências de qualidade do instrumento utilizado. (URBINA, 2007; APARECIDA et al, 2010; HERDMAN; BADIA, 1998)

Para esta análise, utilizamos a categoria *implicação significativa*⁶. Por exemplo, diante da sexta questão – o que são transgênicos? Cite exemplos – onde o aluno precisa responder o que ele entende por transgênicos e citar exemplos, classificamos as respostas em três grandes níveis da implicação: *local*, *sistêmica* e *estruturante*, conforme mostram o quadro 1 abaixo:

1	Implicação Local (regulações e coordenações locais): considerar que os transgênicos são alimentos geneticamente modificados, além de citar exemplos de acordo com essa definição.
2	Implicação Sistêmica (regulações e coordenações sistêmicas): considerar que transgênicos podem ser plantas e animais ou plantas e microrganismos geneticamente modificados em cujo genoma foi inserido um gene de outro organismo, além de citar exemplos (de plantas e animais) de acordo com essa definição.
3	Implicação Estrutural (regulações e coordenações estrutural): considera que transgênicos podem ser plantas, animais e microrganismos geneticamente modificados, em cujo genoma foi inserido um gene de outro organismo. Também generaliza a transgenia como técnica que pode ser aplicada para todos os seres vivos – enfatizando o caráter universal do código genético –, além de citar exemplos de plantas, animais e microrganismos geneticamente modificados.

Quadro 1: Questão 6: O que são transgênicos? Cite exemplos.

⁶ Piaget demonstra a evolução das implicações significantes, sendo possível diferenciar três níveis: no primeiro, as implicações são denominadas de locais; nelas, a significação das ações é determinada por seus resultados constatados, sendo que as implicações desse tipo permanecem relativas a dados limitados e a contextos particulares. No segundo nível, as implicações são denominadas de sistêmicas. As implicações deste tipo se inserem em um sistema de relações compreendidas etapa por etapa, indicando-se assim os juízos sobre o que é possível. Contudo, essas inferências não são suficientes para alcançar as “ligações” necessárias, mas são preparatórias na construção das implicações estruturais. No terceiro nível, as implicações são denominadas de estruturais, pois se referem às composições internas das estruturas já construídas – existe uma compreensão endógena das razões, na qual as relações gerais tornam-se necessárias (PIAGET; GRACIA, 1988).

As outras questões analisadas neste artigo forma: Questão sete: Em que setores da sociedade os transgênicos são aplicados? Qual sua importância para vida do homem? Questão oito: Explique por que você considera ou não os transgênicos uma ameaça à saúde; questão nove: Existem transgênicos que correm, pulam e nadam? Justifique sua resposta e questão 10: Você considera os alimentos transgênicos uma solução para fome no planeta? Justifique sua resposta.

Após estabelecermos os critérios de classificação e levantarmos as frequências do questionário, partimos para sua análise estatística, utilizando o programa *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, que possibilitou trabalhar com distribuição entre as frequências em cada questão (PEREIRA, 2006). O objetivo da avaliação estatística foi verificar se houve uma distribuição de frequências para cada questão analisada – o que imprime uma qualidade ao instrumento, validando sua consistência interna. O teste de qui-quadrado aplicado mostrou significância estatística de $P < 0,05$, com exceção da questão oito.

Essa análise nos permite afirmar que, caso fossem incluídos todos os sujeitos dos cursos de fisioterapia e odontologia, os valores encontrados seriam próximos, o que nós permitiria, com base no conceito de proximidade (intervalo de confiança), generalizar os resultados (CALLEGARI-JACQUES; SIDIA, 2003; ALTMAN, 1991; KIRKWOOD, 1988)

A análise e interpretação dos resultados são orientadas pela Epistemologia Genética proposta por Jean Piaget.

Análise e discussão do questionário no primeiro momento da pesquisa na categoria implicação significativa

Na análise da sexta questão, que solicita ao aluno que explique o significado de transgênicos, trazendo exemplos que embasem sua resposta, 91,3% das respostas foram classificadas como implicações locais (Tabela 2), como evidenciam as respostas a seguir: “são alimentos geneticamente modificados como frutas e verduras”; “são organismos modificados (soja, cacau, tomate)”; “alimentos geneticamente modificados como o grão de milho e soja”; “transgênicos são alimentos geneticamente modificados com o intuito de melhorar a qualidade destes, como aumentar a resistência a pragas”;

“a soja, o milho, entre outros, são alguns alimentos que já se produz transgênicos”; “são sementes modificadas geneticamente para aumentar a qualidade da produção e o combate a pragas”; “soja e milho. Podem causar alergias, infecções e até câncer”; “são alimentos geneticamente modificados que contém substâncias cancerígenas”.

Conforme parágrafo acima, o conceito de transgênicos, para esses alunos, restringe-se a plantas e alimentos geneticamente modificados, tais como soja, tomate e milho, evidenciando um conhecimento limitado sobre o significado e alcance da transgenia. Desse modo, os sujeitos pesquisados não apresentam um conceito ainda formado sobre transgênicos, pois um conceito, para Piaget (1978a; 1978b), pressupõe uma compreensão muito maior – implica um esforço, uma dialética. Compreender o significado de transgênico também implica conhecer seus impactos na sociedade, sua relação com a engenharia genética, sua aplicabilidade na sociedade, etc. Assim, a ideia de conceito, na perspectiva piagetiana, pressupõe um domínio do conhecimento que se define em termos de extensão e compreensão, cuja origem ocorre mediante a tomada de consciência.

Ainda em relação à mesma questão, 8,7% das respostas foram classificadas em implicações sistêmicas (Tabela 2), como podemos constatar a seguir: “os transgênicos são organismos geneticamente modificados criados pela introdução de trechos de DNA (genes) codificantes de uma espécie em outra, com o intuito de obter determinadas características devidamente selecionadas que tragam benefícios aos seres humanos. Como exemplos de transgênicos presentes no dia a dia podemos ter: frutas sem sementes ou com cores diferentes, o melhoramento de espécies vegetais como soja, café e milho, algumas bactérias e o setor farmacêutico”, ou quando outro discente afirma: “transgênicos são alimentos geneticamente modificados, aqueles que tiveram genes de outro organismo incorporados ao seu código genético. Exemplos de transgênicos: soja e milho, bactérias produtoras de insulina humana”.

	Implicação Local	Implicação Sistêmica	Implicação Estruturante
Questão 6**	91,3%	8,7%	----
Questão 7***	73,9 %	26,1 %	----

Questão 8****	100%	----	----
Questão 9****	60,90 %	39,2%	----
Questão 11*****	56,1 %	43,9 %	----

Fonte: elaborado pelo autor

* A distribuição da frequência nessas questões mostrou significância estatística de $P < 0,05$ segundo o teste de Qui-Quadrado com exceção da questão 8.

As respostas acima representam um avanço em relação às anteriores, pois existe um início de conceituação de transgênicos quando o aluno ressalta que nos alimentos geneticamente modificados há genes de outro organismo incorporados ao seu código genético, ou ainda quando destaca que os transgênicos são criados a partir da introdução de trechos de DNA (genes) codificantes, de uma espécie em outra, com o intuito de obter determinadas características devidamente selecionadas. Esse início de conceituação amplia a compreensão de sua aplicabilidade, isto é: transgênicos não se restringem apenas a alimentos geneticamente modificados, são também micro-organismos produtores de insulina humana, cuja aplicabilidade volta-se ao setor farmacêutico. Entretanto, apesar dos avanços nessas respostas, não há diferenciação ente transgênicos e OGM, pois os sujeitos ainda consideram transgênicos sinônimos de OGM.

Na análise da sétima questão, que solicita ao aluno que enumere os setores da sociedade nos quais os transgênicos são aplicados, com exemplos que embasem suas respostas, observa-se que 73,9% das respostas se enquadram em implicações locais (Tabela 2). Vejamos alguns exemplos a seguir: “o setor agrícola, criando alimentos mais resistentes a pragas inseticidas”; “no setor alimentício, no melhoramento de alimentos como milho e soja”; “no setor agrícola. É muito importante, pois desenvolvem organismos melhorados geneticamente (resistentes a pragas e ao clima), possibilitando uma maior produtividade”; “na agricultura, com a criação de soja e milho mais resistentes e, com isso, contribuindo para produção economicamente mais viável”; “no setor alimentício, com produtos mais resistentes a pragas e a impactos, como é o caso daquele tomate que possui a casca mais resistente, que durante o transporte os tomates amassavam menos, gerando mais lucro”.

As repostas acima são limitadas, pois os sujeitos não agiram suficientemente sobre a temática, demonstrando limitação de conhecimento acerca de sua aplicabili-

dade. Ainda em relação à sétima questão, constatamos que 26,1% das respostas dos discentes foram classificadas em implicações sistêmicas (Tabela 2), como evidenciam as falas a seguir: “os transgênicos são utilizados na agricultura e na saúde. Na agricultura criando alimentos mais resistentes a pragas, reduzindo o uso de agrotóxicos e aumentando a produtividade, e na saúde o caso da insulina humana”. Ou também:

[...] no setor da agricultura e na saúde. Na agricultura há grande aplicação da transgenia e sua importância está no aumento da produtividade e na melhoria da qualidade dos alimentos, já que suas características são selecionadas anteriormente à produção. Podem-se acrescentar vitaminas e nutrientes aos já existentes em um dado fruto. Na saúde com a criação de fármacos (insulina humana) com isso, pode-se melhorar a qualidade de vida de uma população.

As respostas acima apresentam um avanço em relação às anteriores por não restringirem a aplicabilidade dos transgênicos ao setor alimentício ao referir seu uso na indústria farmacêutica, com a produção de medicamentos, ainda que o único exemplo citado seja a insulina humana.

Diante dos resultados acima, procuramos investigar mais detalhadamente se os discentes, quando confrontados com uma pergunta direta acerca da existência de animais geneticamente modificados, percebem que transgênicos não se limitam a alimentos ou plantas. Por isso, resolvemos incluir a questão número nove, mas antes analisaremos a questão oito, seguindo a ordem do questionário.

Na oitava questão, é solicitado ao aluno que explique por que ele considera ou não os transgênicos uma ameaça à saúde. Observou-se que 100% das respostas dos discentes foram classificadas em implicações locais (Tabela 2). Vejamos algumas destas respostas: “sim - afeta a saúde humana, pois as pessoas que utilizam esse meio usam artifícios e inserem diversos materiais em determinado alimento, prejudicando dessa forma o organismo humano, pois o mesmo pode apresentar diferença no sistema digestivo”; “sim porque esses alimentos podem causar doenças como câncer e alergias”; “não, pois se tiver é a longo prazo”; “sim - talvez seja uma ameaça pelo fato de que o homem interferiu no processo normal dos alimentos”; “sim - porque há uma modificação na composição genética dos organismos, o que pode alterar na atuação de suas ações no organismos humano”. Ou também uma resposta que expressa um pensamen-

to mítico: “Sim, pois uma vez geneticamente modificados tais organismos podem vir a produzir substâncias indesejáveis, causadoras de doenças, e até mesmo causar malformações nos seres humanos, pois se trata de um processo que vai contra as leis da natureza”.

É possível notar que as respostas dos alunos de que os transgênicos podem causar doenças como malformações, infecções, câncer e alergias se manifestam por meio de inferências, calcadas em uma lógica incompleta, própria de pensamento mítico e intuitivo. Falta a eles um suporte conceitual sob o tema da biotecnologia para que possam refletir acerca dos aspectos positivos e negativos da transgenia. É necessário enfatizar que o pensamento transdutivo (mítico ou intuitivo) possui um caráter aparente, pois não está organizado em sistemas de conjuntos, sendo as relações compreendidas parte a parte. O aparente é sempre fonte de enganos, de erros, e o conhecimento científico se estrutura pela superação desses erros, mediante a reorganização dos esquemas interiorizados por meio de tomadas de consciência sucessivas. Assim, para construirmos ciências, devemos romper com a superficialidade aparente dos saberes cotidianos.

Na análise da nona questão, que pergunta sobre a existência de transgênicos que correm, pulam e nadam, solicitando justificativa, observa-se que 60,90% das respostas se enquadram em implicações locais (Tabela 2). Vejamos alguns exemplos: “não - porque transgênicos são alimentos geneticamente modificados”; “não - os organismos geneticamente modificados são de um modo geral plantas que, portanto, não possuem possibilidade de movimento”; “não - porque até hoje eu não tive conhecimento de nenhum que corresse, pulasse e nadasse, só plantas modificadas”.

Nas respostas acima, as significações dos sujeitos são limitadas, pois para eles organismos transgênicos se resumiriam a plantas ou alimentos geneticamente modificados, demonstrando que o aluno não agiu suficientemente sobre a temática - que desconhece o fato de que a transgenia é uma técnica aplicada em todos os seres vivos, gerando produtos biotecnológicos para diversos setores da sociedade, tais como a medicina, o meio ambiente, a indústria, etc.

Ainda em relação à oitava questão, 39,2% das respostas foram classificadas em implicações sistêmicas (Tabela 2). Vejamos alguns exemplos: “Sim – se existem animais transgênicos, logo existem transgênicos que correm, pulam e nadam como a ovelha Dolly e ratos”; “Sim – o processo de transgênicos está sendo aplicado também no reino animal, como a ave Chester, para dobrar de tamanho em pouco tempo e ratos luminosos”; “sim – existem animais geneticamente modificados para realização de melhoramento genético, e também já foram feitos experimentos em ratos e macacos”.

As respostas acima apresentam um avanço em relação às anteriores, pois a aplicabilidade dos transgênicos não mais se restringe ao reino vegetal, ocorrendo também no reino animal. Entretanto, considerar a ovelha Dolly e a ave Chester como transgênicos nos leva a inferências falsas. Também devemos salientar que os estudantes, ao ampliarem o conjunto dos transgênicos, ao incluírem ratos e macacos além das sojas e milhos, não garantem mobilidade no seu pensamento, pois ainda não são capazes de generalização, de considerar a transgenia como uma técnica aplicável a quaisquer seres vivos, graças à universalidade do código genético.

Na análise da décima primeira questão, que pergunta ao aluno se ele considera os alimentos transgênicos uma solução para a fome no mundo e solicita justificativa, 56,1% das respostas foram classificadas em implicações locais (Tabela 2), como evidenciam as falas a seguir: “sim – devido à alta produtividade, à qualidade das sementes e aos baixos custos”; “sim, pois permitiria uma maior produtividade, acabando com esse mal, pois quanto maior a produtividade, menor a fome no mundo”; “sim, pois o foco em melhoramento da produtividade, em conjunto com outras medidas, é sim um caminho”; “sim, pois aumenta a produtividade dos alimentos, mas deve ser usado corretamente para benefício da população”.

Essas significações acima são de natureza midiática e ideológica e representam uma defasagem entre a compreensão do potencial dessa tecnologia e as questões de acesso à alimentação que são de natureza político-social. Trata-se de uma forma de pensamento intuitivo, pois essas noções se deixam dominar por apenas um dos aspectos da situação sobre a qual pensam. A fome não é causada pela falta da terra ou ali-

mento, mas pela falta de acesso ao alimento e de fonte de renda em momentos críticos. (RIECHMANN, 2002; VERONESE; FELIPPE, 2000; VEIGA, 2007)

Por outro lado, 43,9% dos estudantes apresentaram respostas que foram classificadas dentro do nível de implicação sistêmica (Tabela 2). Vejamos alguns exemplos: “Não. As pessoas que têm mais acesso a esse tipo de tecnologia são aquelas que têm um poder aquisitivo maior, a questão da fome está relacionada com a má distribuição de renda”; “Não. Porque apesar desses alimentos terem um maior desenvolvimento, a fome no planeta só poderia ser amenizada com uma política igualitária para todos”. “não – porque a produção de alimentos no mundo é suficiente pra uma boa alimentação de cada indivíduo, sendo que o problema não se encontra na produção e sim na distribuição dos alimentos”; “não – porque o problema da fome não está na quantidade de alimentos disponíveis no mundo e sim nas desigualdades sociais e no próprio sistema capitalista no qual o homem está inserido”; ou ainda: “Não. Porque a questão da fome é um problema que envolve questões de origem política, social, econômica e cultural, etc.”

Essas respostas apresentam um avanço significativo em relação às anteriores, pois os alunos já admitem que o problema da fome no mundo não está na escassez de alimentos ou na quantidade de alimentos disponíveis, mas na distribuição dos alimentos, que obedece a interesses comerciais. Raciocínios desse tipo podem ser preparatórios na construção de estruturas – o que exigiria dos alunos uma visão mais crítica e implicaria uma análise sócio-histórica sobre o assunto. Seria necessário que entendessem, por exemplo, que a promessa do fim da fome no planeta é um discurso que vem sendo utilizado desde o fim da Segunda Guerra Mundial, quando muitas indústrias de material bélico, para aproveitar seu maquinário e tecnologia de produção de venenos de guerra, inseriram-se no mercado, dedicando-se à fabricação de máquinas agrícolas e de veneno. O que é pior é que o discurso que legitimava essas iniciativas afirmava que essas técnicas significavam mais alimento para população e, conseqüentemente, menos fome no mundo.

Resumindo, a maioria dos estudantes, em todas as questões investigadas sobre transgênicos, não apresenta um pensamento organizado e estruturado. Assim, os

níveis de implicação permanecem locais, relativos a dados limitados e contextos particulares, pois os sujeitos pesquisados apresentam um domínio de representação que engloba, sobretudo, a ideia de que os transgênicos são plantas ou alimentos geneticamente modificados, cujos exemplos se restringem a soja, milho e tomate, cuja aplicabilidade e benefícios estão voltados exclusivamente para a agroalimentação, e seus perigos incluem: malformações, câncer, alergias e infecções. Em relação aos transgênicos e à questão da fome no mundo, constatamos que os estudantes relacionam o fim da fome à produção de transgênicos, o que reforça o caráter midiático destas implicações. Também encontramos, em um número menor de alunos respostas que apresentavam regulações e coordenações sistêmicas, o que representa um avanço se comparadas às anteriores. Alguns alunos já admitem a existência de animais transgênicos, como: ratos, macacos, a ovelha Dolly e a ave Chester, isto é, existem transgênicos que pulam, correm e nadam, ainda que tenham estabelecido inferências falsas, como a relação entre a ovelha Dolly e a ave Chester. Ao ampliarem o conjunto dos transgênicos, ampliam seu juízo acerca do seu campo de aplicabilidade, que vai além da indústria agroalimentícia, a exemplo, ser utilizado na indústria farmacêutica, ainda que o único medicamento citado nas respostas dos alunos tenha sido a insulina humana. Alguns estudantes já admitem que os transgênicos não solucionam a fome no mundo, mas lhes falta uma análise sócio-histórica sobre a questão.

Contudo, como salienta Piaget, mesmo as implicações mais elementares sempre resultam de uma assimilação dos objetos a partir de esquemas prévios e, portanto, as propriedades não são observáveis “puros”, mas pressupõem sempre uma atividade do sujeito. Sendo assim, são construídas de implicações entre significações, que comportam inferências, que constituem o berço do conhecimento científico.

Considerações finais

A análise dos resultados teve como objetivo responder o seguinte questionamento: Quais as representações de biotecnologia em alunos recém-ingressos na U-ESB nas disciplinas de Biologia Básica e Citologia e Genética nos cursos de Odontologia e Fisioterapia? Nossos resultados indicam um domínio de representação não estruturado acerca dos conhecimentos dessa área. Assim, foi possível perceber formas de

pensamento transdutivo, ou seja, quando o raciocínio parte do particular e se conduz ao particular, sem atingir uma generalização – por exemplo, quando os alunos tentam conceituar *transgênicos* a alimentos geneticamente modificados, tendo como exemplos principais soja e milho, ou ainda quando consideram os transgênicos uma solução para fome no mundo. Trata-se de respostas fragmentadas, que não se coordenam conjuntamente, o que demonstra um raciocínio bem simples, próprio de uma lógica inacabada.

Em relação às questões analisadas acima, não podemos deixar de enfatizar o papel preponderante da abstração empírica, que limita as implicações significativas, visto que as atividades do sujeito ficam reduzidas quando comparadas ao pensamento conceitual proposicional ou científico. São duas as limitações: a primeira refere-se à natureza qualitativa das significações, em que somente a qualidade é dada e toda quantificação deve ser construída. A segunda é a ausência de negações construídas pelo sujeito (não-A em relação a A). A carência inicial das negações parece, pois, estar conjugada com a das extensões e das quantificações. Entretanto, as respostas descritas acima não são estáticas – são, pois, significativas, o que implica, na sua grande maioria, assimilações de informações midiáticas (televisão, internet, cinema) e de regulações e coordenações locais, sem chegar a generalizações. Contudo, é a partir dessas informações iniciais que o sujeito vai enriquecendo suas estruturas mentais, até chegar a conceituações mais complexas.

Outras respostas, porém, permitiram um início de diferenciação do conceito de transgênicos. Por exemplo, ao considerarem que a transgenia pode ser aplicada não só em plantas, mas também em animais, os alunos ampliam seu campo de aplicabilidade para além da indústria alimentícia, incluindo a indústria farmacêutica, ainda que o único medicamento citado tenha sido a insulina humana.

Esses significados prévios, ao mesmo tempo em que são fundamentais para compreendermos como o conhecimento vai sendo estruturado e se organizado pelos alunos, serviram também para traçar um panorama dos estudantes, ao ingressarem na universidade. Desse modo, ao empregarmos uma análise de estatística inferencial, utilizando o teste de Qui-Quadrado, pretendemos generalizar os dados para cursos da área de saúde – Fisioterapia e Odontologia. Porém, diante de outros estudos realizados

pelo pesquisador e também de outros pesquisadores na área de ciências (GUIMARÃES, 2007; LEITE, 2000; PEDRACINI et al., 2007; RODRIGUES, 2006; SOUZA, FARIAS, 2011), podemos fazer uma projeção dessa realidade em nível regional .

Dessa maneira, a recepção não crítica por parte dos estudantes com relação aos conhecimentos científicos básicos aqui mencionados não permite uma compreensão dos avanços científicos e tecnológicos nos quais a biotecnologia está inserida, de forma que o conhecimento se torna muito fragmentado – não está organizado e estruturado, o que compromete o entendimento dos aspectos científicos e técnicos dessa ciência e impede que esses discentes se posicionem de maneira autônoma e democrática na utilização dessas novas tecnologias. Na sociedade regional, as políticas educativas são relegadas, por razões econômicas e financeiras, à última ordem de prioridade.

A Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI elaborou o relatório para a UNESCO, sob o título *Educação – um tesouro a se descobrir*. O relatório Jacques Delors, como assim se tornou conhecido, iniciado em março de 1993 e concluído em setembro de 1996, enfatiza que a educação, ao longo de toda vida, é uma necessidade nas sociedades modernas, nas quais o “progresso científico e tecnológico e as transformações dos processos de produção resultantes da busca de uma maior competitividade fazem com que os saberes e as competências adquiridas, na formação inicial, tornem-se rapidamente obsoletos” (DELORS et al., 2006, p. 104).

Diante dessa situação, sugerimos que, para que os alunos tenham uma formação crítica em Ciências e suas diversas ramificações, é necessário: a) conhecer e considerara as informações e os pré-conceitos que os alunos trazem no início de seus cursos universitários; b) produzir e melhorar os livros didáticos e paradidáticos de modo que tratem da temática de forma simples, clara e identificada com o público jovem; c) criar programas de aperfeiçoamento de professores, tanto em relação aos conteúdos específicos quanto em relação às teorias pedagógicas; d) criação de canais de comunicação entre alunos, professores e a comunidade acadêmica por meio de atividades extensionistas; e) introdução de conteúdos biotecnológicos nos currículos de ensino médio e nas universidades; f) incentivo aos programas de apoio ao ensino de ciências; g) introdução de cursos para reconhecimento dos artifícios – processos e téc-

nicas editoriais – da mídia, para que os professores desenvolvam o pensamento crítico no que diz respeito aos meios de comunicação e possam trabalhar essas ferramentas com seus alunos de maneira crítica.

Referências

- ALBERTS, B. et al. **Biologia molecular da célula**. 5. ed. São Paulo: Artmed, 2010.
- ALTMAN, D. G. **Practical statistics for medical research**. London: Chapman and Hall, 1991.
- ALVES, J. B. **Biotecnologia e meio ambiente**: representações sociais de professores de ciências. 2007.108 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Mogi das Cruzes, São Paulo, 2007.
- ALVES, S. G. A biotecnologia dos transgênicos: precaução é a palavra de ordem. **Holos**, Ano 20, p. 1-10, out. 2004.
- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. **Science for all americans**: a Project 2061 report on literacy goals in science, mathematics, and technology. Washington: Oxford Paperbacks, 1989.
- ARAGÃO, F. J. L. **Organismos transgênicos**: explicando e discutindo a tecnologia. Barueri, SP: Manole, 2003.
- BIZZO, N. Graves erros de conceitos nos livros didáticos de ciências. **Ciênc. hoje**, São Paulo, v. 21, n. 121, p.26-35, Jun. 1996.
- BOUDON, R. Generating models as a research strategy. In: MERTON, R. K.; COLEMAN, J. S.; ROSSI, P. H. **Qualitative and quantitative social research**. Nova York: Free Press, 1979. p. 51-64.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais**: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, DF, 1999.
- BRÜGGEMANN, O. M.; PARPINELLI, M. A. Utilizando as abordagens quantitativa e qualitativa na produção do conhecimento. **Rev. Esc. Enferm.**, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 563-568, set. 2008.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- CARVALHO, J. da S.; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. P. Transgênicos: diagnóstico do conhecimento científico discente da última série do ensino médio das escolas públicas do município de Picos, estado do Piauí. **Rev. bras. biociênc.**, Porto Alegre, v.10, n. 3, p. 288-292, jul./set. 2012.

DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; COSTA, M. C. da. Tradução e validação para língua portuguesa de questionários utilizados em estudos de consumidor. **Ciênc. tecnol. aliment.**, Campinas, SP, v. 23, n. 1, p. 43-48, 2003.

DELORS, J. et al. **Educação: um tesouro a descobrir: relatório para a UNESCO da comissão internacional sobre educação para o século XXI**. 10. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: Unesco, 2006.

DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.

DURBANO, J. P. et al. Percepção do conhecimento dos alunos de ensino médio do município de João Pessoa-PB sobre temas emergentes em biotecnologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 54., 2008, Salvador. **Resumos...** Salvador: SBG, 2008.

FUJII, R. A. X. **O que sabem acadêmicos do curso de agronomia sobre organismos transgênicos**. Trabalho apresentado no IX Congresso Nacional de Educação e III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, Curitiba. 26 a 29 de outubro, 2009. Disponível em:

<http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3579_2028.pdf>.

Acesso em: 4 mar. 2010.

GUIMARÃES, W. A. **Ensino de biotecnologia: representações sociais de professores de biologia**. 2007. 169 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Mogi das Cruzes, 2007.

HERDMAN, M.; FOX-RUSHBY, J.; BADIA. A model of equivalence in the cultural adaptation of HRQoL instruments: the universalist approach. **Quality of Life Research**, v. 7, n. 4, p. 323-335, 1998.

HAYNES, R. B. et al. **Epidemiologia clínica: como realizar pesquisa clínica na prática**. 3. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2008.

KIRKWOOD, B. R. **Essentials of medical statistics**. Oxford: Blackwell, 1988.

KREUZER, H.; MASSEY, A. **Engenharia genética e biotecnologia**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

LA COTARDIÈRE, P. de. **História das ciências: da antiguidade aos nossos dias**. São Paulo: Saraiva, 2011. (Ciências da terra e ciências da vida, 3).

LA TAILLE, Yves de. **Moral e ética: dimensões intelectuais e afetivas**. Porto Alegre: Artemed, 2006.

LAZARSELD, P. F.; BARTON, A. H. Alcune funzioni dell'analisi qualitativa nella ricerca sociale. In: _____. **Metodologia e ricerca sociologica**. Bologna: Il Mulino, 1967. p. 307-368.

LEITE, M. Biotecnologias, clones e quimeras sob controle social: missão urgente para a divulgação científica. **São Paulo Perspec.**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 40-46, 2000.

LOPES, E. R. **Biotecnologia e transgênicos**: representações sociais de professores de ciências. 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade de Mogi das Cruzes, São Paulo, 2006.

MILLAR, R.; OSBORNE, J. **Beyond 2000**: science education for the future. London: King's College London School of Education, 1998.

MINAYO, M. C. de S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? **Cad. saúde pública**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 239-262, jul./set. 1993.

PASQUALI, L. **Instrumentação psicológica**: fundamentos e práticas. Porto Alegre: Artmed, 2010.

PEDRANCINI, V. D. et al. Ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2011.

PEDRANCINI, V.D. et al. Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. **Ciênc. educ.**, Bauru, SP, v.14, n.1.p. 135-146, 2008.

PEREIRA, A. **Guia prático de utilização SPSS**: análise de dados para ciências sociais e psicologia. 7. ed. Lisboa : Edições Sílabo, 2006.

PEREIRA, L. V. **Clonagem**: fatos e mitos. São Paulo: Moderna, 2002.

PIAGET, J. **Abstração reflexionante**: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. Tradução de Fernando Becker e Petronilha Beatriz Gonçalves e Silva. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995. Título original: Recherchessur l'abstraction reflechissante.

_____. **Fazer e compreender**. Tradução de Christina Larroudé e Paula Leite. São Paulo: Melhoramentos, 1978a. Título original: Réussir et comprendre.

_____. **A tomada de consciência**. São Paulo: Melhoramentos, EDUSP, 1978b.

_____; GARCIA, R. **Hacia una lógica de significaciones**. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina, 1988.

REICHARDT, C. S.; COOK, T. D. Beyond qualitative *versus* quantitative methods. In: COOK, T. D.; REICHARDT, L. S. (Ed.). **Qualitative and quantitative methods in evaluation research**. Beverly Hills: Sage Publications, 1979. p. 7-30.

RIECHMANN, J. **Cultivos e alimentos transgênicos**: um guia crítico. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

RODRIGUES, E. R. **Biotecnologia e saúde**: representações sociais de professores de Biologia. 2006. 98 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Mogi das Cruzes, São Paulo, 2006.

SOETAERT, W.; VANDAMME, E. J. **Industrial biotechnology**: sustainable growth and economic success. Weinheim: Wiley-VCH, 2010.

SOUZA, A. F.; FARIAS, G. B. Percepção do conhecimento dos alunos do ensino médio sobre transgênicos: concepções que influenciam na tomada de decisões. **Exp. ens. ciênc.**, MatoGrosso, v. 6, n. 1, p. 21-32, mar. 2011.

TAVARES, T. L.; FERNANDES, L. A.; FONSECA, C. A. **Análise dos conteúdos de biologia molecular e genética nos livros didáticos do ensino médio**. Trabalho apresentado na VI Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação e Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. 2011. Disponível em:
<http://www.prp.ueg.br/sic2011/apresentacao/trabalhos/pdf/ciencias_biologicas/sic/cb_sic_analise_dos_conteudos.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2012.

URBINA, S. **Fundamentos da testagem psicológica**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

VEIGA, J. E. (Org.). **Transgênicos**: sementes da discórdia. São Paulo: Ed. SENAC São Paulo, 2007.

VERENOSE, M. V.; FELIPPE, F. Os transgênicos na mídia: práticas sociais e ideologia. In: GUARESCHI, P. A. et al. **Os construtores da informação**: meios de comunicação, ideologia e ética. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000. p. 297-316.

Recebido em: 29/11/2013

Aceite em: 14/06/2014