

# A TOMADA DE CONSCIÊNCIA DA RELAÇÃO ENTRE BIOTECNOLOGIA , TRANSGÊNICO E CLONAGEM : UM ESTUDO DE CASO ÚNICO

## CONSCIOUSNESS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN BIOTECHNOLOGY, TRANSGENICS AND CLONING: A SINGLE CASE STUDY

### Resumo

As pesquisas em ensino de Ciências têm buscado referenciais teóricos para lidar com a complexidade dos processos de ensino-aprendizagem. Esta pesquisa procura trazer uma contribuição para esta busca ao acompanhar os processos de tomada de consciência de uma estudante na disciplina Biologia Básica, empregando como instrumentos de análise a construção de mapas conceituais com uso do *Cmap Tolls*. Trata-se de um estudo de caso, com objetivo de preparar a análise de diferentes casos que compõe uma pesquisa de doutorado. O referencial teórico é a tomada de consciência na Epistemologia Genética. A elaboração gradativa das relações entre Biotecnologia, Transgênico e Clonagem - foi observada na confecção, pelo aluno, de mapas conceituais em diferentes momentos da atividade pedagógica. A análise dos mapas confeccionados permite concluir que a aprendizagem inicia-se a partir de reproduções verbais sem reflexão e se transforma numa rede de relações entre as palavras que explicitam as conceituações em desenvolvimento.

**Palavras - chave:** Tomada de consciência. Biotecnologia. Transgênico. Clonagem. Ensino de Biologia

### Abstract

Research in science and biology teaching has looked for theoretical references to deal with the complexity of the teaching-learning process. This study aims to contribute to this effort by monitoring the consciousness process of a student in a Biology, using the construction of conceptual maps as instruments of analysis using the *Cmap Tolls*. This is a case study to serve as an instrumental investigation for the preparation of an analysis of different cases that make up a doctoral research project still in development. The theoretical reference for the research is the consciousness theory developed in Genetic Epistemology. The gradual development of relationships between the Biotechnology, Transgenics and Cloning – can be observed in the student's preparation of conceptual maps at different moments during the teaching activity. The analysis of the maps made supports the conclusion that learning starts with verbal reproduction, without reflection, and is transformed into a network of relationships between the words the developing concepts explicit.

**Key words:** Consciousness. Biotechnology. Transgenics. Cloning. Teaching of Biology.

## Introdução

Antes mesmo que o termo biotecnologia tenha sido utilizado pelo engenheiro húngaro Karl Ereky, no ano de 1919, o homem já realizava diversas atividades biotecnológicas. Um registro antigo desta atividade está descrito no novo testamento, quando enfatiza que Jesus, durante a Santa Ceia utilizou o pão e o vinho como símbolos de seu corpo e sangue respectivamente. Podemos inferir que a fabricação de pão e vinho, descrita na Santa Ceia, já constituía-se numa atividade biotecnológica. Regredindo, ainda mais no tempo, veremos que Mesopotâmios, sumérios e babilônios, já produziam cerveja por volta de 6.000 a.C.; enquanto que o pão com fermentação mais semelhante a que comemos hoje, foi fabricado pelos egípcios - a cerca de 4.000 a.C. (ARAGÃO, 2003 e BROWN, 1997).

Durante muito tempo, os fabricantes de pão, vinho e cerveja, não souberam explicar corretamente os processos envolvidos na geração destes produtos. Por isso, o homem foi durante muito tempo um biotecnólogo que desconhece os processos envolvidos na biotecnologia, pois não compreendia plenamente o seu fazer. É por isso, que precisamos enfatizar que não é o fazer que leva ao conhecimento. Ainda que de certo modo o fazer constitui-se numa primeira forma de conhecimento, num *savoir faire*. Apenas é preciso não esquecer que não foi através das ferramentas biotecnológicas que a biotecnologia evoluiu, mas pela própria inteligência, ou seja pela relação entre o fazer e o compreender as razões do sucesso ou do fracasso no fazer. O que implica dizer que a técnica está contida na ciência e não o contrário (PIAGET, 1978).

Graças a tomada de consciência por meios de regulações e coordenações sucessivas das ações humanas a biotecnologia evoluiu. Nesse processo de desenvolvimento muitos cientistas deixaram sua parcela de contribuição. Mas, somente no início da década de 1970 os cientistas passam a manipular o genoma de organismos vivos. Isso significa que fragmentos de DNA bacteriano e de seres humanos, ou de qualquer outra espécie, podem se recombinar num tubo de ensaio, criando moléculas de DNA personalizadas, ou seja, moléculas que nunca haviam existido na natureza (WATSON, 2005). Essas novas tecnologias refletiriam no nascimento de um setor novo da economia: a biotecnologia moderna, produzindo grande impacto em vários setores da sociedade<sup>1</sup>.

O desenvolvimento da biotecnologia moderna, propicia um grande impacto em vários setores da sociedade: Entretanto, devido a esse grande avanço tecnológico suscitar polêmicas e controvérsias sobre questões de segurança alimentar, éticas etc., tais temáticas passaram a ter grande interesse de divulgação pelos meios de comunicação (televisão, jornais, internet etc.). Na maioria das vezes, esses meios de comunicação as tratam com jogo de interesses, linguagem rebuscada e enfoque sensacionalista e superficial enfatizando as notícias sem nenhum compromisso científico e educacional.

Por isso, discutir tais conhecimentos sobre o ensino de Ciências e Biologia (tanto no ensino médio como nas universidades) é de fundamental importância para que o aluno possa

---

<sup>1</sup>Na medicina, com a produção de hormônios, interferon. Na agroalimentação, criando novas variedades e linhagens resistentes à seca, às pragas e às doenças. No meio ambiente, destaca-se o biotratamento, eliminação de resíduos orgânicos e químicos. Na indústria com a produção de árvores modificadas para facilitar o processamento e combustíveis alternativos ao petróleo (RIECHMANN, 2002).

apropriar-se de forma significativa dos conhecimentos, ampliar sua compreensão dos processos científicos e tecnológicos, para poder se posicionar de forma autônoma e crítica na sociedade e com isso superar as limitações de compreensão de seu mundo.

Para que isto ocorra, ou seja, para a formação de sujeitos capazes de reflexão e análise das tecnologias de manipulação do DNA, sob os aspectos éticos, morais, políticos e econômicos, é preciso que o professor desenvolva uma práxis reflexiva, tanto em relação aos conhecimentos específicos da área como no domínio de teorias pedagógicas, que sustentem a sua prática docente.

Nesta perspectiva, é considerando o aluno como sujeito ativo do processo ensino-aprendizagem, que se procura desenvolver o trabalho nas disciplinas básicas de Biologia nos cursos de ciências da saúde da UESB. Desse modo o referencial teórico, que norteia essa práxis pedagógica e que conduzirá as reflexões presentes neste artigo, está pautado na tomada de consciência na Epistemologia Genética.

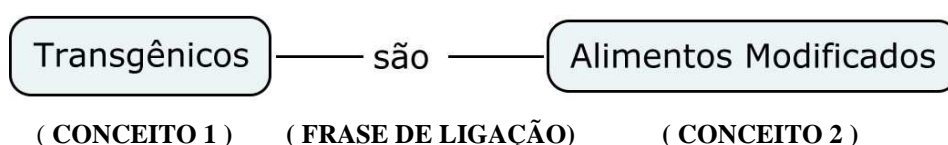
Este artigo procura trazer uma contribuição para o ensino de Ciências e Biologia, ao buscar acompanhar os processos da tomada de consciência de relações entre biotecnologia, transgênicos e clonagem estabelecidos por estudantes universitários em atividades de sala de aula na disciplina CB 041- Biologia Básica. Escolheu-se como instrumento de análise a construção de mapas conceituais, a partir do *softwer Cmap Tolls*. Convém ressaltar que se trata de um estudo de caso único, com finalidade instrumental de estudo preliminar para antecipação da análise de diversos casos análogos que constituem a empiria da tese de doutorado do primeiro autor, em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular (PPGBCM) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Enfim, este artigo possui cinco momentos: no primeiro, apresenta-se a proposta pedagógica e dos mapas conceituais; no segundo discorre-se acerca da conceituação no processo de tomada de consciência para a Epistemologia Genética; no terceiro apresenta-se o delineamento metodológico da pesquisa; no quarto, descreve-se os resultados e a análise realizadas; e no quinto, tecem-se as considerações finais.

### Mapas conceituais e proposta pedagógica

A teoria acerca dos Mapas conceituais foi originalmente desenvolvida pelo professor Joseph Novak, juntamente com seus alunos de pós-graduação, em meados dos anos 70, na Universidade de Cornell. Ele define mapa conceitual como uma ferramenta para organizar e representar o conhecimento (MOREIRA,1980). Baseou-se na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que define mapa conceitual “como uma representação gráfica em duas dimensões de um conjunto de conceitos construído de tal forma que as relações entre eles sejam evidentes”. (AUSUBEL, 2000 apud DUTRA, 2006, p.18).

De uma maneira geral, os mapas conceituais, apresentam os seguintes elementos : CONCEITOS, FRASES DE LIGAÇÃO e PROPOSIÇÕES. Observe o exemplo abaixo dos elementos de uma mapa conceitual em Biologia.



Os conceitos I e II, estão representados pelas palavras *transgênicos* e *alimentos modificados* respectivamente, e aparecem dentro de caixas texto. Enquanto, as relações entre eles, são especificadas por meio de frases de ligação. No exemplo acima, a frase de ligação representa o verbo *ser* na terceira pessoas do plural. O CONCEITO 1 e o CONCEITO 2 conectados pela FRASE DE LIGAÇÃO formam uma proposição, que, evidencia o significado da relação conceitual. Desse modo, a utilização de frases de ligação sobre as linhas conectando conceitos é essencial e deve ser incentivada na confecção de mapas conceituais (MOREIRA,2005).

Aém dos pontos destacados até agora, cabe ressaltar que os mapas conceituais baseados na teoria de aprendizagem de Ausubel (2000), estão dispostos na ordem de importância ou de inclusividade, numa relação de subordinação conceitual – os mais abrangentes ocupam lugar superior e os poucos abrangentes, estão na base inferior (MOREIRA, 1986). Para Novak, a organização hierárquica nos mapas conceituais “ pode ser utilizada para a identificação de conceitos mais gerais ajudando na preparação de tarefas de aprendizagem para a recapção de novos conceitos, mais específicos” (NOVAK & GOWIN, 1984 apud DUTRA, 2006, p. 19).

O uso de mapas conceituais como instrumento nesta pesquisa segue os mesmos pressupostos de Dutra, que situa a concepção de mapas conceituais na perspectiva da Epistemologia Genética, diferente da visão cognitivista de Ausubel e Novak. Para o autor as palavras inseridas nas caixas textos, na perspectiva dos sujeitos, não são necessariamente os conceitos. Pois, para Piaget as construções dos conceitos ocorrem por processos contínuos de transformação dos sistemas de significação e lógico dos sujeitos via regulações e coordenações sucessivas ativados por desequilíbrios deste sistema. Nesse sentido, ainda que tais palavras possam representá-los, são as relações construídas que os delimitam, no exercício de atribuições de significado somente alcançado por complexas atividades de coordenações de suas interações com objetos, em determinado contexto (PIAGET, 1978 apud DUTRA, 2006).

O autor enfatiza a importância da predicação na construção de proposições, chamando atenção para a importância dos mapas cíclicos - não-hierárquico, no acompanhamento do processo de conceituação. Desse modo, na construção de mapas conceituais, as frases de ligação<sup>2</sup> que geralmente são verbos, têm funções estruturantes e exercem papel fundamental na representação de uma relação entre dois conceitos. As predicações, de acordo com Jean-Blaise Grize, sustentam-se em domínios cognitivos. Estabelecer um julgamento requer uma predicação, o que denota a complexidade estrutural da mesma, o aprimoramento conceitual e avanços em relação à compreensão (GRIZE, 1997 apud DUTRA, 2006 ). Esses avanços, podem ser observados na construção de diferentes mapas cíclicos - não-hierárquico, tanto em sua topologia como no tipo de frase de ligação (SAFAYENI et al, 2003 apud DUTRA, 2006).

Desse modo, na construção de mapas conceituais, quando o sujeito, escolhe uma relação (frase de ligação) entre duas palavras-chaves (conceitos), está realizando, em última análise (mais geral), uma implicação significativa. Entretanto, quando analisamos o conjunto de enunciado do sujeito e, em especial, suas explicações e justificativas, ou seja, os seus julgamentos expressos, estamos acompanhando o processo de conceituação que envolve as operações formais - “se o sujeito consegue produzir interpretações ‘como resultado de várias combinações possíveis, o que permitiria inferir que verifica suas hipóteses através das respectivas consequências, pode-se afirmar que está realizando operações proposicionais ( DUTRA, 2006,p.45).

---

<sup>2</sup> Ao compararmos um mapa conceitual a uma estrutura no sentido piagetiano, podemos entender as frases de ligação como as funções estruturantes uma vez que as mesmas são responsáveis pelas leis de composição do sistema ( DUTRA, 2006) .

Diante dos argumentos acima, optamos pela escolha dos mapas conceituais como instrumento de pesquisa, para se acompanhar o processo de tomada de consciência da relação entre biotecnologia, transgênico e clonagem, na disciplina Biologia Básica, no curso de odontologia da UESB, pois os mesmos permitem ao professor acompanhar e intervir no processo de conceituação em diferentes níveis de formulação verbal do sujeito, estimulando a criatividade e o pensamento reflexivo, promovendo aprendizagens.

A disciplina Biologia Básica apresenta uma carga horária total de 60 horas. Foram destinados 08 encontros<sup>3</sup> - 05 para debates dos textos acerca da temática Biotecnologia e 03 para confecção dos mapas conceituais. Para cada encontro, foi programada uma carga horária de 2h, perfazendo um total de 16 horas.

Todos os alunos receberam instrução para iniciar a construção dos mapas utilizando-se de três palavras-chaves: Biotecnologia, Clonagem e Transgênicos, seguindo duas premissas básicas. A primeira que geralmente deveria haver uma frase de ligação, geralmente um verbo (ou frase verbal) - conjugado corretamente, na ligação entre duas palavras-chaves (conceitos). A segunda, que a proposição formasse uma sentença que por si só fizesse sentido.

Toda orientação e planejamento das atividades foram realizados pelo professor pesquisador com colaboração de mais três professores doutores da mesma instituição (dois da área de genética e um da área de filosofia) e o monitor da disciplina (bolsista de monitora da disciplina de Biologia Básica). Após análise dos mapas iniciais, dos alunos resolvemos trabalhar com textos de linguagem mais acessível. Partimos para autores, como Aragão (2003), José Veiga (2007), etc. Para criarmos um ambiente de conflito cognitivo, os textos escolhidos, apresentaram três linhas de estudo de especialistas no assunto, respectivamente a favor, contra ou em posição intermediária às novas tecnologias do DNA recombinante. De uma forma geral a temática em estudo privilegia os seguintes pontos: a) aspectos históricos; b) Os transgênicos c) melhoramento de plantas e animais d) a tecnologia do DNA recombinante; e) Clonagem.

Os trabalhos em sala de aula valorizaram dois momentos. O primeiro, relativo à discussão dos textos previamente lidos pelos grupos; e o segundo a discussão dos mapas conceituais confeccionados por cada aluno. O diálogo foi valorizado neste contexto de trabalho, pois, acreditamos que a socialização do pensamento é uma condição imprescindível para uma melhor estruturação dos mapas conceituais e, portanto uma condição da construção do conceito acerca da temática Biotecnologia.

## **A tomada de consciência**

Em suas pesquisas, Piaget insere a consciência num sistema dinâmico e em permanente transformação. Ressalta Piaget (1978) que assim como Freud “contribuiu para nos levar a considerar o ‘inconsciente’ como um sistema dinâmico em permanente atividade” (p.197), suas pesquisas mostram que o mesmo ocorre no consciente. Portanto considera o

---

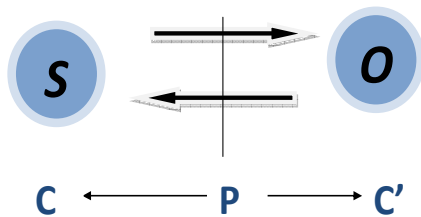
<sup>3</sup>Encontro I: os alunos preencheram um questionário sobre biotecnologia e receberam instrução para confecção dos mapas conceituais. Posteriormente, foram conduzidos ao laboratório e construíram o primeiro mapa conceptual procurando relacionar biotecnologia, transgênico e clonagem utilizando o *software Cmap Tolls*; Encontro II: foram debatidos os seguintes textos: a) das ervilhas às moléculas da vida (capítulo 1) e plantas para a civilização (capítulo 3) do livro Organismos transgênicos – explicando e discutindo a tecnologia de Aragão (2003); Encontro III: discussão de todo o livro de Pereira (2002) acerca de clonagem ;Encontro IV: discussão do primeiro mapa conceitual e reestruturação do mesmo - confecção de um segundo mapa conceitual; Encontro V: foram discutidos os seguintes textos: a) Alguns conceitos básicos de biologia molecular (capítulo 2) do livro Cultivos e alimentos transgênico de Reicmann (2002); b) A engenharia do DNA (capítulo 2) e os organismos transgênicos (capítulo 4) do livro Organismos transgênicos – explicando e discutindo a tecnologia de Aragão (2003); Encontro VI : foram debatidos os seguintes textos: a) bem vindo ao mundo da controvérsia; b) chega de manipulação extraído do livro transgênicos : sementes da discórdia, organizado por José Eli da Veiga; Encontro VII: discussão do segundo mapa e reestruturação do mesmo – confecção de um terceiro mapa conceitual e Encontro VIII: discussão geral através de um jogo de simulação – Rolly play.

consciente e o inconsciente dois processos diferentes e afirma que a passagem de um para o outro não ocorre por um simples processo de iluminação, mas trata-se de uma elaboração minuciosa por parte do sujeito.

Para Piaget além do “como” da tomada de consciência, resta o problema do “porque”, isto é, das razões funcionais que desencadeiam esse processo. Ele relembra as contribuições de Claparède sobre a consciência das semelhanças e diferenças como as inaptações responsáveis pela tomada de consciência. Mas Piaget afirma que as inaptações não são suficientes para explicar a complexidade deste processo. É preciso ir mais além, considerando também o mecanismo das regulações que conduzem às readaptações (PIAGET, 1978).

Por outro lado, suas pesquisas demonstraram que pode ocorrer tomada de consciência sem que haja intervenção de nenhuma inaptação. Nesse sentido, convém situar as razões funcionais da tomada de consciência num contexto ainda mais amplo, aonde tanto êxito como fracasso (inaptações) e as regulações e coordenações sucessivas, conduzem à tomada de consciência. Entretanto, o que desencadeia a tomada de consciência é o fato que as regulações automáticas não são mais suficientes, para resolver um problema. É preciso então ir à procura de novos meios, o que ocorre por regulações ativas, fontes de escolhas deliberadas, que supõem trabalho de interpretação e a consciência (PIAGET, 1978).

Quando nos colocamos do ponto de vista da ação material para passar em seguida à interiorização dos atos em pensamento, “a lei geral que parece resultar dos fatos estudados é que a tomada de consciência procede da periferia (objetivos e resultados) para o centro, sendo esses termos definidos em função do percurso de um determinado comportamento (PIAGET, 1978.p. 198).



**Figura 1:** modelo geral da tomada de consciência

**Fonte:** Piaget em *A Tomada de Consciência* (1978)

Dito de outra maneira, o processo de tomada de consciência realiza-se segundo a lei periferia (P) centro (C – C’). Sendo assim, o conhecimento origina-se da interação entre sujeito (S) e objeto (O) e vai produzindo modificações em duas direções, em relação ao sujeito (C) e em relação ao objeto (C’) - (Ver figura 1). Dessa maneira, a periferia (P) corresponde à relação mais imediata e exterior do sujeito em face ao objeto, constituindo-se assim um estado de indiferenciação que pode ser entendido sempre como um ponto de partida de um conhecimento menor para um conhecimento maior, ou seja, a passagem do “porque” (indiferenciação) ao “como” (interiorização via coordenações).

Em relação ao mecanismo da tomada de consciência, ou seja, se sairmos das razões funcionais rumo ao seu mecanismo efetivo que torna conscientes os elementos que permaneciam inconscientes, ou seja, a passagem dos “porquês” ao “como”, verificou-se diante dos experimentos realizados, que ocorre desde o início “uma conceituação propriamente dita, em outras palavras uma passagem de assimilação prática (assimilação de um objeto a um esquema) a uma assimilação por meio de conceitos” (PIAGET, 1978. p. 200).

Essa passagem conduz a conceituação, pois implica regulações ativas e coordenações. Se assim não fosse não passariam de simples iluminação e essas coordenações não teriam necessidade de nenhuma construção nova - essa passagem para o consciente seria como num espelho, bastaria refletir o que são os movimentos da ação própria, inconscientes para obter uma “representação”.

Entretanto, as coordenações implicam um processo ativo do sujeito mesmo no plano da ação material em que já exige um trabalho de elaboração por parte do sujeito. Trata-se de um *savoir faire*, um saber autônomo embora não seja um conhecimento consciente na forma de uma compreensão conceituada. O domínio da ação, material exige do sujeito a necessidade de uma compreensão conceituada, para poder explicar as razões de suas ações ele tem que reconstruir na consciência o que já foi conhecido na ação, o que pressupõem, desde o início, uma interdependência entre ação material e a compreensão conceituada (PIAGET, 1978).

Essa reconstrução na consciência não ocorre dos dados de observação e sim de coordenações inferenciais, que comportam conexões deduzidas por composição operatória (e não por simples generalizações amplificadoras) e que, portanto ultrapassa os dados da observação, introduzindo relações de necessidade. Por exemplo, coordenações baseadas na transitividade. Assim, as coordenações inferenciais só podem ter por fonte a lógica do sujeito, que ele extrai próxima ou remotamente das coordenações gerais de suas próprias ações (PIAGET, 1978). Enfim, “cada novo nível de conhecimento alcançado caracteriza-se por uma complexidade e uma organização lógica maior que as dos sistemas de conhecimentos anteriores, embora estes em boa medida os restrinjam” (CASTORINA & BAQUEIRO, 2008, p.63).

Entretanto, não devemos esquecer que existe uma defasagem temporal e uma diferença qualitativa entre o fazer e o compreender, onde ele situa o recalamento cognitivo <sup>4</sup> nesse processo, que pode ser definido como a impossibilidade do sujeito de perceber como um problema, no plano consciente, as incoerências entre o que ele pensa e faz e, portanto, pensar nos “como” e “porquês” das ações (PIAGET, 1978).

Outro aspecto, ainda em relação ao como na tomada de consciência, é que entre o sucesso precoce da ação e os inícios errôneos da tomada de consciência, existem momentos intermediários que apontam para uma consciência incompleta da ação. O que já pressupõem um avanço, em relação a uma ação motora e uma conceituação, que se justifica pelo fato da conceituação ser considerada como um processo, logo, sua construção pressupõe diferentes níveis, e, portanto, não pode ser imediata a passagem da inconsciência para consciência. Nesse caso, não há uma diferença de natureza entre a tomada de consciência da ação própria e o conhecimento das sequências exteriores ao sujeito.

Em síntese, o mecanismo de tomada de consciência apresentado acima pode ser definido como:

um processo de conceituação que reconstrói e depois ultrapassa, no plano da semiotização e da representação, o que era adquirido no plano dos esquemas de ação. Não há, portanto diferença de natureza, numa tal perspectiva, entre a tomada de consciência da ação própria e o conhecimento das sequências exteriores do sujeito comportando ambos uma elaboração gradativa de

---

<sup>4</sup> No ensino de Ciências e Biologia, um exemplo de recalamento pode ser observado durante um exercício de termologia, quando é exigido do aluno medir a temperatura de ebulição da água em uma cidade situada acima do nível do mar. Sabendo que a água ferve a 100°C, ele ao obter um valor menor, se nega a reconhecer essa perturbação, atribuindo à anomalia, por exemplo, a um defeito do termômetro. Para, que possamos fazer com que o aluno reconheça que esse valor menor de temperatura, não constitui uma anomalia do termômetro e se negue a reconhecer essa perturbação é necessário criar espaços de diálogo na sala de aula (CARVALHO, 2005).

noções a partir de um dado, quer este consista em aspectos materiais da ação executada pelo sujeito, quer em aspectos materiais das ações que são realizadas entre objetos (PIAGET, 1978. p. 204).

## Metodologia

Este trabalho faz parte de uma pesquisa para tese de doutorado que analisa o processo de aprendizagem de 24 alunos da disciplina CB 041 - Biologia Básica da UESB no campus de Jequié. Para preparar a análise dos dados optou-se pela realização de um estudo preliminar, com um caso único. Ventura (2007) ressalta que uma investigação desse tipo procura examinar um caso para se compreender melhor outra questão, algo mais amplo, orientar estudos ou ser instrumento para pesquisas posteriores. Assim, trata-se de uma investigação de natureza exploratória visando criar um mecanismo de análise. Seu objetivo é acompanhar os processos de tomada de consciência de um sujeito – estudo de caso único - usando como instrumento de análise a construção de mapas conceituais, a partir do *software Cmap Tolls*<sup>5</sup>.

De acordo com Ventura (2007) o delineamento de um estudo de caso implica em quatro fases relacionadas: a) delimitação da unidade de caso; b) coleta de dados; c) seleção; d) análise e interpretação. Em relação à delimitação da unidade de caso, trata-se de um estudo único, sendo que o sujeito foi escolhido aleatoriamente, através do método de exclusão por sorteio. O sujeito sorteado é uma aluna, com idade entre 18 e 20 anos, cursando o primeiro semestre de odontologia na UESB que chamaremos Ametista.

A coleta dos dados ocorreu durante a disciplina CB 041- Biologia Básica de primeiro semestre, no curso de odontologia, sob a responsabilidade do primeiro autor deste trabalho.

Durante as aulas, antes de cada encontro eram sugeridas algumas leituras - já mencionadas anteriormente - para discussão respeitando sempre a liberdade do aluno para pesquisar novos textos trazendo informações que os motivassem. Foram selecionadas, conforme relato acima, três versões de mapas conceituais da aluna, escolhida para o estudo preliminar da pesquisa.

A análise e interpretação dos resultados são orientadas pela teoria da tomada de consciência proposta por Jean Piaget e apresentada anteriormente neste trabalho.

## Análise e discussão dos resultados

Os mapas elaborados pela aluna, durante o semestre foram diferenciados pelos seguintes aspectos: i) Informações replicadas de uma só fonte ou mais (mídia ou livro didático ou artigos científicos ou...); ii) grau de precisão ou rigor científico da informação e da respectiva fonte; iii) Relações estabelecidas: de parciais/reprodutivistas a ampliadas e/ou gerais (de mínimas até máximas possíveis).

No primeiro mapa (ver figura 2), confeccionado anterior ao processo ensino-aprendizagem, pode-se falar reproduções escritas. Trata-se de imitações, pois o sujeito repete um discurso midiático, sem nenhuma reflexão. Entretanto, não são respostas estáticas pois a

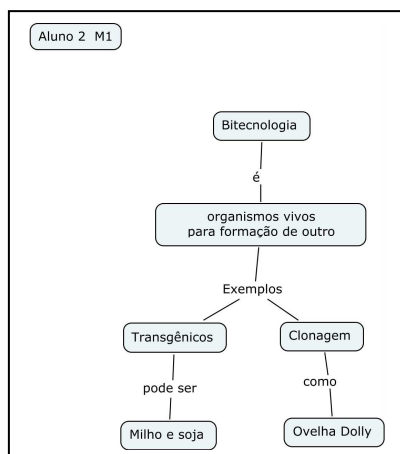
---

<sup>5</sup> O software Cmap Tolls, foi produzido pelo *Institute for Human and Machine Cognition*, da *University of West Florida*, sob a supervisão do Dr. Alberto J. Cañas, permite a construção de mapas conceituais individuais e coletivos, que podem ser publicados e compartilhados em servidores camp, a vinculação a outros mapas, a inserção de comentários, a edição síncrona e a exportação dos arquivos em formatos de página Web (DUTRA, 2006)

partir destas informações iniciais o sujeito vai construir os outros mapas. Assim, as representações acerca de transgênicos e clonagem são bastante limitadas, a primeira, volta-se apenas a plantas geneticamente modificadas – soja e milho, e a segunda, restringe-se a ovelha Dolly. No tocante as relações entre biotecnologia, clonagem e transgênicos estas permanecem incoordenadas, pois Ametista, não compreende que a clonagem molecular é uma técnica central na tecnologia do DNA recombinante, e que a partir dela foi possível obter transgênicos, que gera produtos da biotecnologia.

Desse modo os objetos conceituais ainda não são expressos de modo conceituado, são palavras citadas, e por isso podemos fazer analogia com uma etiquetagem.

Se, classificarmos este mapa seguindo a adaptação da teoria da implicação significativa proposta por Dutra (2006), a partir da obra de Piaget e colaboradores, o mapa em questão apresenta um nível de implicações significantes, que é denominado de *implicação local*, pois, as observações de Ametista, acerca dos objetos conceituais (biotecnologia, transgênico e clonagem), são retiradas diretamente de uma fonte escrita, ou a lembrança de uma imagem apresentada por meio das linguagens da mídia. Trata-se assim de características retiradas diretamente do objeto, por exemplo, o que pode caracterizá-lo, sem, contudo, atualizar o conhecimento sobre ele. Já na elaboração do segundo mapa conceitual (figura 3) de Ametista, observam-se generalizações construtivas em relação aos diferentes objetos conceituais. Por exemplo, em relação a transgênicos, a aluna apresenta um campo de representação ainda mais abrangente, pois associa transgênicos, além de plantas (milho, soja e tomates etc.), a animais (ratos de laboratório) e microorganismos (bactérias produtoras de insulina).

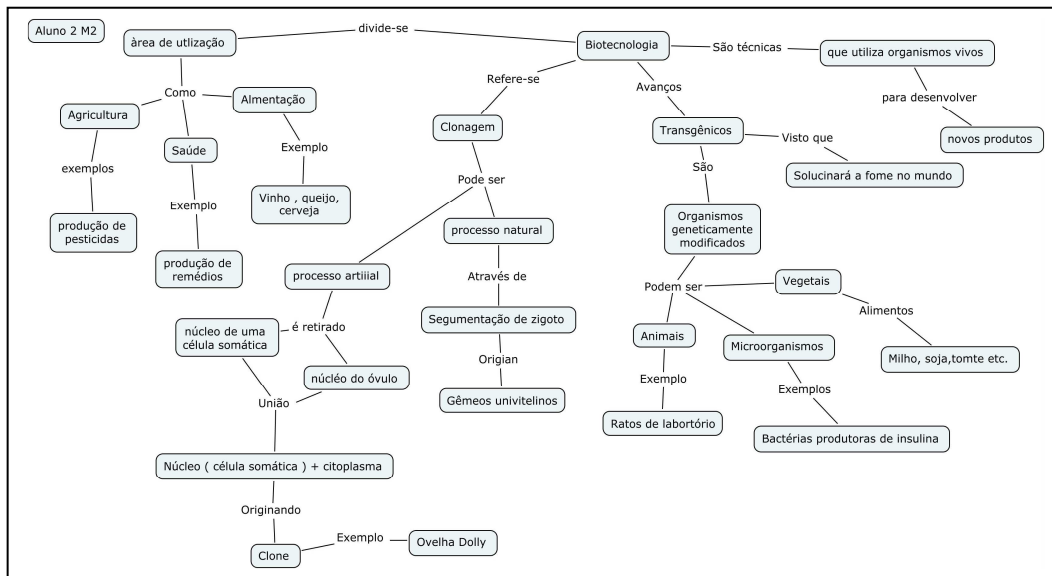


**Figura 2:** Primeiro mapa conceitual elaborado por Ametista que procura relacionar as palavras biotecnologia, transgênico e clonagem.

Se compararmos com o mapa conceitual da figura 2, podemos considerar um avanço significativo, pois transgênico não está mais restrito a soja ou milho. O que amplia a compreensão da aplicabilidade da biotecnologia, que além da indústria alimentícia, volta-se também a indústria farmacêutica, cujos benefícios podem ser convertidos na produção de remédios, como a insulina humana.

Em relação à clonagem, observa-se um campo de representação abrangente, com mais relações, (comparado com o mapa conceitual da figura 2), pois Ametista passa a considerar outros tipos de clonagem. Desse modo, a clonagem pode ser por um processo natural (gêmeos univitelinos) ou artificial, em que ao retirar-se um núcleo de uma célula somática e inseri-lo num óvulo (cujo núcleo foi retirado antecipadamente) gera-se assim um clone, como por exemplo, Ovelha Dolly. Ao diferenciar os tipos de clonagem e explicar a técnica de clonagem

artificial, “as diferenciações não são mais apenas percebidas do objeto, são deduzidas deles ou da ação sobre o mesmo” (DUTRA, 2006 p.87).



**Figura 3:** Segundo mapa conceitual elaborado por Ametista que procura relacionar as palavras-chaves biotecnologia, transgênico e clonagem.

Desse modo, no mapa conceitual 3, Ametista avança na compreensão do significado de cada objeto conceitual criando uma rede de significados ou sistemas de relações, em cada um deles. Entretanto, essa rede no tocante as relações entre os três objetos conceituais, permanece incoordenada, sem a compreensão das relações entre transgênico, clonagem e biotecnologia. Trata-se, portanto de generalizações amplificadoras.

Pode-se constatar também que certas noções prévias que emergem nesse mapa (figura 3), por exemplo, relacionar transgênicos com a solução da fome no mundo, que explicita uma defasagem entre a compreensão do potencial desta tecnologia e as questões de acesso à alimentação. Desse modo, constitui-se num ponto de indiferenciação ou deformação, que precisa ser trabalhado. O problema está na dificuldade de acesso aos alimentos, o que impede a eliminação da fome no mundo é a pobreza, a desigualdade e a falta de acesso a terra e aos alimentos. Isso é mostrado no “paradoxo da plenitude”. (RIECHMANN, 2002).

Em seguida, Ametista confecciona um terceiro mapa conceitual (figura 4) onde apresenta um conjunto de relações que, ao serem analisadas, situam melhor as relações entre biotecnologia, clonagem e transgênicos e justificam alguns dos processos citados no mapa. Por exemplo, no mapa a divisão da biotecnologia em moderna e clássica, sendo que a primeira implica a Engenharia Genética ou tecnologia do DNA recombinante, visto que podem adicionar genes, situa as razões de ser dos transgênicos, fruto do desenvolvimento das pesquisas na área de engenharia genética, que permitiu a manipulação de material genético de planta, animais e microorganismos.

Ao enfatizar também que a biotecnologia moderna implica a Engenharia Genética, situa as razões de ser da clonagem, que em biotecnologia moderna refere-se a técnica central na tecnologia do DNA recombinante, que é o isolamento e a propagação em um organismo de moléculas idênticas de DNA. Essa técnica chamada de clonagem molecular, compreende dois estágios : i) construção de uma molécula de DNA recombinante pela ligação de um inserto de DNA, originado da clivagem do DNA de interesse, a uma outra molécula de DNA, chamada de vetor de clonagem e ii) intrdução do DNA recombinante ( inserto + vetor) numa célula hospedeira adequada – proceso denominado transformação. No mapa, esse aspecto pode ser



*origina* etc., e mapa 4: *através de, portanto origina um, podem ser, visto que, são* etc.) e outro descendente ↓, levando aos julgamentos e/ou explicações, a novos questionamentos, que para respondê-los os sujeitos têm que construir novas relações, estabelecendo assim novos julgamentos e/ou explicações.

Há, assim, uma alternância entre conteúdos → formas → conteúdos reelaborados → novas formas etc. Pois, sendo o conhecimento processo e não estado sempre existirá, em qualquer nível de conhecimento, pontos de indiferenciação que precisam ser trabalhados, conduzindo o sujeito na passagem do “porque” (indiferenciação) ao “como” (interiorização via coordenações), promovendo assim avanços significativos.

## **Considerações finais**

A elaboração gradativa de objetos conceituais neste estudo de caso se deu em três níveis de conceituação na elaboração dos diferentes mapas conceituais feitos por Ametista durante o semestre observado. No nível I, observaram-se reproduções escritas em que o sujeito apresenta representações limitadas de conhecimentos na área de biotecnologia: transgênico se restringe a soja e milho e clonagem a ovelha Dolly. Trata-se de imagens midiáticas que são associadas diretamente aos objetos conceituais, sem, contudo atualizar o conhecimento sobre eles. Podemos considerar esse procedimento como uma etiquetagem, em que conceitos presente neste mapa são simplesmente palavras, que se relacionam parte a parte, mas não se coordenam numa totalidade para formar um conceito.

No nível II, o sujeito avança, nas explicações causais em relação a cada objeto conceitual. Por exemplo, já consideram que os transgênicos podem ser animais, microorganismos e vegetais. A clonagem diferencia-se em natural (gêmeos univitelinos) e artificial (ovelha Dolly) e a aluna detalha a explicação do processo de clonagem artificial à partir de células somáticas. Sua visão da aplicabilidade da biotecnologia, se amplia, passando a considerar seus impactos além da agricultura, na área da saúde com a produção de remédios. Entretanto, as relações entre biotecnologia, clonagem e transgênico permanecem incoordenadas, isto é, a aluna não compreende que no contexto da biotecnologia, a clonagem molecular é a técnica central na tecnologia do DNA recombinante responsável pelo surgimento dos transgênicos.

No nível III, a aluna situa melhor a razão de ser da biotecnologia, ao integrar e diferencia palavras-chaves. Por exemplo, biotecnologia se diferencia em moderna e clássica; clonagem além de natural e artificial se diferencia em molecular. Além da inclusão de outras palavras como: engenharia genética, biobalística, eletroporação etc. Desse modo, ao integrar e diferenciar novas palavras-chaves interligadas por frases de ligação, a aluna é capaz de coordenações inferenciais, gerando formas mais abrangentes e generalizadas de pensamento. Por exemplo, quando Ametista compreende que a técnica central da engenharia genética ou tecnologia do DNA recombinante é a clonagem molecular, e que a partir dela, foi possível a transformação de bactéria, que pudessem carregar um gene humano para produção de insulina, gerando um produto da biotecnologia moderna. Em resumo, a novidade desse nível é o início de coordenação inferencial entre transgênico, clonagem e biotecnologia, que conduzem a generalizações construtivas.

Entretanto, esse é um processo laborioso, em que a aluna só consegue estabelecer relações significativas entre os três objetos na elaboração do último mapa (figura 4), após leituras e debates em sala de aula entre colegas e professores. Logo, o alcance de um nível de conceituação mais elaborado deriva de dois movimentos complementares: um da assimilação

(incorporação) das coisas (informações acerca da temática) às estruturas do sujeito; o outro de acomodações dessas estruturas às próprias coisas (organização das informações, criando significações).

## Referências

ARAGÃO, Francisco, J, L. **Organismos transgênicos. Explicando e discutindo a tecnologia.** Barueri, SP: Manole, 2003.

BROWN, Raymond E. **An introduction to the new testament doubleday**,1997.

CARVALHO, A, M, Pessoa de. **Ensino de ciências e epistemologia genética.** Revista Viver – mente&cérebro. Coleção memória da pedagogia. N. 1: Jean Piaget. Rio de Janeiro: Ediouro, São Paulo: Segmento – Duetto, 2005.

CASTORINA, J. A; BAQUEIRO, J. R. **Dialética e psicologia do desenvolvimento - pensamento de Piaget e Vygotsky.** Tradução de Fátima Murad. São Paulo: Artmed, 2008.

DUTRA, Modesto, I. **Mapas conceituais no acompanhamento dos processos de conceituação.** Tese (doutorado) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação, Programa de Pós- graduação em Educação, 2006, Porto Alegre, BR-RS.

LEVY, Teresa et al. **Interdisciplinaridade antologia.** In: PIAGET, Jean. Metodologia das relações interdisciplinares. Porto: Editora das Letras, 2006.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa.** Ciência e Cultura, 32(4): 474-479, 1980.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** Revista chilena de educação científica, 4(2): 38-44, 2005.

PEREIRA, Lygia da Veiga. **Clonagem: fatos e mitos.** São Paulo: Moderna, 2002.

PIAGET, Jean. **A tomada de Consciência.** Tradução de Edson Braga de Souza. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

PIAGET, Jean. **Fazer e compreender.** Tradução de Christina Larroudé e Paula Leite. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

RAMOZZI-CHIAROTTINO, Z. **Em busca do sentido da obra de Jean Piaget.** 2ª. ed São Paulo: Ática, 1994.

RIECHMANN, Jorge. **Cultivos transgênicos e alimentos transgênicos.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

VENTURA, Maria Magda. **O estudo de caso como modalidade de pesquisa.** Rev SOCERJ. 007; 20(5): 383-386 setembro/outubro.

VEIGA, J, E da. **Transgênicos : sementes da discórdia.** São Paulo: Senac - nacional, 2007.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos.** 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

WATSOM, D. James. **DNA o segredo da vida.** São Paulo: Companhia das letras, 2005. Tradução Carlos Afonso Malferrari.

ZAHA, Arnaldo. **Biologia Molecular Básica.** Porto Alegre : Mercado Aberto, 1996.