

## MAPAS CONCEITUAIS, BIOTECNOLOGIA, TRANSGÊNICOS, CLONAGEM E TOMADA DE CONSCIÊNCIA: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE ALUNOS EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA NO SUDOESTE DA BAHIA

Jerry Adriane Pinto de Andrade<sup>1</sup>  
Reynaldo Josué de Paula<sup>2</sup>

### RESUMO

Este trabalho procura acompanhar os processos de tomada de consciência de 12 alunos durante um semestre, como objetivo de entender as transformações das representações destes, na construção das relações entre biotecnologia, organismos transgênicos e clonagem, em uma universidade pública no sudoeste da Bahia. A pesquisa é de natureza qualitativa, que utiliza como instrumento de análise a construção de mapas conceituais, com uso do *Cmap Tools*. A categoria de análise é Implicação significativa, e as subcategorias são: a) Palavras chaves; b) Inclusão e exclusão de palavras-chaves, c) Inclusão ou exclusão de implicações significantes; d) Exemplos; e) Integração e diferenciação e f) Atributos, e o referencial teórico é a tomada de consciência na Epistemologia Genética. A elaboração gradativa das relações entre biotecnologia, organismos transgênicos e clonagem foi observada em diferentes momentos da atividade pedagógica podendo-se constatar uma aprendizagem significativa, onde os sujeitos conseguem: a) uma melhor conceituação de organismos transgênicos, chegando a coordenar ativamente com Organismos Geneticamente Modificados – OGMs; b) diferenciar o conceito de clonagem, ao compreender as diferentes técnicas de clonagem animal e vegetal. Também tomam consciência do conceito de clonagem molecular, o que permitiu coordenações entre clonagem e transgênicos e suas interconexões com biotecnologia. Assim, na construção do terceiro mapa para o modelo  $(x \sim y) \vee (\sim xy)$ , a parte comum  $xy$  tem relação com as outras duas.

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

### INTRODUÇÃO

Na atualidade, temas como biotecnologia, clonagem, organismos transgênicos, já fazem parte do cotidiano. Acompanhar as informações que a mídia transmite para a comunidade sobre determinados assuntos científicos não significa conhecê-los do ponto de vista conceitual. É nesse sentido que a escola precisa criar espaços interativos para que os estudantes possam se apropriar de forma ativa desses, assegurando uma aprendizagem significativa. Para Piaget (1988), a apropriação ativa de conceitos implica um esforço, uma dialética, requer um trabalho pedagógico planejado contínuo e alinhado a toda a 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 de mundo e da vida, capazes assim de realizar ações práticas, de fazer juízos e de tomar decisões” (BRASIL, 1999, p. 44).

<sup>1</sup> Doutor em Biologia Celular e Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul- UFRGS, jerryapa@uesb

<sup>2</sup> Doutor em administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul- UFRGS, rjpadm@ufrgs.br

A partir dos enunciados acima, podemos questionar: os estudantes de escolas brasileiras têm tido uma educação em ciência e tecnologia de qualidade? Avaliações, como o Exame Nacional do Ensino Médio – Enem (INEP, 2019) e o Programa Internacional de Avaliações de Estudantes – Pisa (OCDE, 2018) apontam baixa proficiência em leitura, matemática e ciências. Por isso, propostas pedagógicas inovadoras no ensino de Ciências, utilizando metodologias ativas, é de fundamental importância para que o aluno se aproprie de forma significativa destes conhecimentos, ampliando a sua compreensão dos processos científicos e tecnológicos, para poder se posicionar de forma autônoma e crítica na sociedade.

Neste sentido, os resultados que serão discutidos neste artigo, remetem-se a uma análise qualitativa das produções de 12 sujeitos, a partir de mapas, focalizando as classificações conceituais com base nas relações entre biotecnologia, organismos transgênicos e clonagem e referem-se, ao segundo e terceiro momento da pesquisa.

A análise destas produções está focada na tomada de consciência tendo como referencial teórico a Epistemologia Genética. A tomada de consciência teorizada por Piaget (1978a, b), refere-se a um processo lento e laborioso de conceituação (reflexão), que pressupõem uma verdadeira construção do sujeito, e não uma elaboração de uma consciência totalitária, mas de seus diferentes níveis, com sistemas de implicações que variam do mais simples aos mais complexos. Nessa construção é preciso superar os erros e resistências (PIAGET, 1978a, b).

Deste modo, este trabalho teve como objetivo acompanhar a tomada de consciência de graduandos, em seu processo de construção das relações entre organismos transgênicos, biotecnologia e clonagem nas disciplinas básicas de Biologia em uma universidade pública no sudoeste da Bahia.

## METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa (BRÜGGEMANN, O. M.; PARPINELLI, M. A, 2008; REICHARDT, L. S., 1979) A coleta dos dados ocorreu durante disciplinas básicas de primeiro semestre, numa universidade pública no sudoeste da Bahia

O instrumento de coleta<sup>3</sup> utilizado foi: a construção de mapas conceituais em três momentos distintos, com uso do *Cmap Tools*. A utilização de mapas conceituais como instrumento nesta pesquisa segue os pressupostos da Epistemologia Genética, que enfatiza que as conceituações têm sua origem por processos de tomada de consciência via regulações e

---

<sup>3</sup> Os instrumentos de coleta nesta pesquisa foram : questionário, mapas conceituais e filmagens. Entretanto neste artigo, utilizaremos apenas a análise dos mapas conceituais.

coordenações sucessivas deste sistema, ativadas por desequilíbrios, o que imprime transformações nos sistemas de significação e lógicos dos sujeitos. (PIAGET, 1978a, b)

Assim, optamos pela escolha dos mapas conceituais como instrumento de pesquisa, 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 significativa.

Os sujeitos da pesquisa foram 12 alunos (4M<sup>4</sup>, 5M, 6M, 9M, 10M, 13M, 25M, 31M, 33M, 39M, 42M e 46M) escolhidos aleatoriamente, de uma amostragem de 46. Gostaríamos também de ressaltar que essa análise é sincrônica, ou seja, serão acompanhados os mesmos sujeitos e as produções dos mapas conceituais durante os momentos um, dois e três, na categoria Implicação Significante<sup>5</sup> (PIAGET; GARCIA, 1988) e nas subcategorias: a) Palavras chaves (PC); b) Inclusão e exclusão de palavras-chaves (PC), c) Inclusão ou exclusão de implicações significantes (IS); d) exemplos (EX); e) Integração e diferenciação (ID) e f) Atributos (AT).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### I MOMENTO

Os resultados referentes ao primeiro momento da pesquisa foram publicados no IV CONEDU, sob o título de: representações pré-conceituais de biotecnologia, transgênicos e clonagem e suas relações em alunos recém-ingresso nos cursos de saúde em uma universidade pública da Bahia (ANDRADE, J. A. P; PAULA, R. J, 2017).

### II MOMENTO

#### Biotecnologia e clonagem

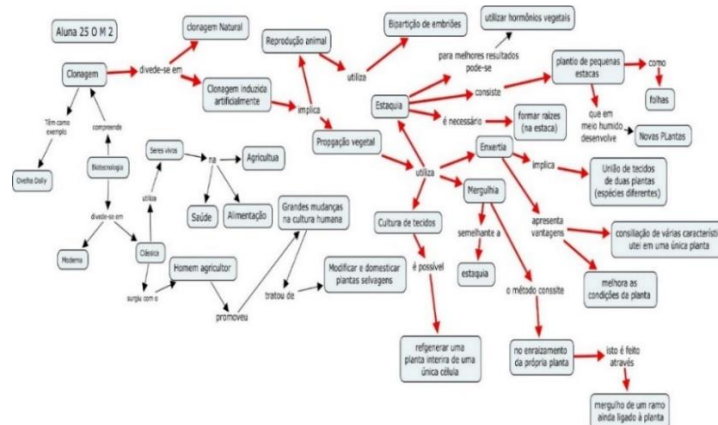
Nos mapas conceituais encontramos regulações e coordenações sistêmicas entre biotecnologia e clonagem. Exemplo:

“Biotecnologia compreende clonagem. A Clonagem divide-se em clonagem induzida artificialmente e clonagem natural. A clonagem induzida artificialmente implica reprodução animal e propagação vegetal.

<sup>4</sup> A4M, A4 significa aluno quatro. M, significa mapa conceitual. Também 1, 2 ou 3, significa mapa um do primeiro momento, mapa dois do segundo momento e mapa três do terceiro momento. Assim, A4M1, significa aluno quatro mapas um, no primeiro momento, ou A4M2, significa aluno quatro, mapa dois do segundo momento.

<sup>5</sup> É um tipo de relação lógica elementar que constitui fragmentos de estruturas, ou seja, ideias não coordenadas conjuntamente. Encontramos três níveis de implicações descritos pelos autores: no primeiro, as implicações são denominadas de locais. No segundo nível, as implicações são denominadas de sistêmicas. No terceiro nível, as implicações são denominadas de estruturais. (PIAGET; GARCIA, 1988)

A reprodução animal utiliza bipartições de embriões. A propagação vegetal utiliza cultura de tecidos, enxertia, mergulhia e estaquia” (A25M2- ver setas vermelhas Figura 1).



**Figura 1:** Recorte de parte do mapa conceitual construídos no segundo momento da pesquisa, pelo aluno 25M2

**Fonte:** Elaborado pelo aluno 25M2

As transformações, no sistema de relações nos mapas, em relação à clonagem, são percebidas através da inclusão e exclusão de: a) palavras-chave; b) palavra de ligação; c) implicações significantes; d) exemplo; e) atributos; f) integrações e diferenciações.

Em relação às palavras-chave, foram incluídas: clonagem natural, clonagem induzida artificialmente, cultura de tecido, bipartição nuclear, bipartições de embriões, estaquia, enxertia, mergulhia, etc. E também de seus atributos, como: “Bipartição implica a separação de um embrião ao meio, utilizando microscópico e uma lâmina finíssima” (A9M2); “Cultura de tecido implica retirada de um pedaço da planta que envolve a cultura de células, que permite a formação de calus, que tratado com hormônios forma folhas, raiz e sementes” (A4M2). Essas elaborações, permitem a inclusão de novos exemplos de clones como: sapos, bezerros, violetas, gerânios, bactérias, ou seja, seu universo não se restringe apenas a ovelha Dolly, sendo capaz de generalizar a clonagem como técnica que pode ser aplicada a todos os seres vivos - animais, plantas e microrganismos.

Em relação às palavras de ligação e implicação significativa, observa-se, nos mapas, sua exclusão e inclusão. Por exemplo, os estudantes excluem as palavras-chave “biotecnologia é clonagem” (A4M2 e A46M2); e incluem, respectivamente: “ A biotecnologia compreende clonagem de organismos através das técnicas de cultura de tecidos e bipartições de embriões” (A4M2); “ A biotecnologia envolve a técnica de clonagem. A clonagem pode ser induzida artificialmente ou natural. A clonagem induzida artificialmente volta-se a agropecuária e agricultura com a proliferação de clones previamente selecionados” (A46M2). Ou também quando os sujeitos excluem implicações significantes falsas do tipo: “Transgênico <sup>(85) 9322.3222</sup> como exemplo Ovelha Dolly” (A31M2).

No parágrafo acima, observa-se um esforço adaptativo nas trocas das palavras de ligação (verbos ou frases verbais) e implicações significantes que, na melhor das hipóteses, sugerem relações muito pobres, ou inferências falsas, por outras, que ofereçam grandes potencialidades. Quando os alunos 4M2, 9M2, 46M2 substituem a (s) palavra (s) de ligação “é” (verbo ser), que a rigor não diz muito sobre as relações entre biotecnologia e clonagem, por outras, tais como: “compreende, implica a técnica de, através das técnicas”, ele situando melhor as relações. Também, quando os alunos excluem as implicações falsa, eles qualificam os mapas conceituais.

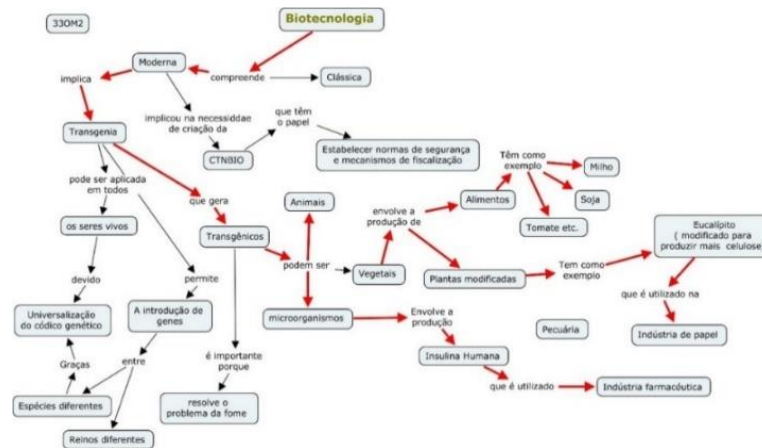
Constatamos, um aumento no número de características (atributos) ligado ao conceito de clonagem. Por exemplo: “A bipartição de embrião implica divisão de um embrião de oito células ao meio que são transferidos para uma barriga de aluguel” (A6M2); “A bipartição de embrião utiliza microscópico e lâmina finíssima” (A6M2); “Cultura de tecidos utiliza agentes químicos específicos (hormônios vegetais) ” (A31M2); “Mergulhia consiste em dobrar um ramo da planta (mãe) até enterrá-lo no solo” (A42M2).

Em relação às integrações e diferenciações, pode-se perceber, uma diferenciação progressiva de clonagem. Essas diferenciações das integrações ocorrem via assimilações recíprocas dos subsistemas (clonagem natural, clonagem induzida artificialmente, estaquia, enxertia, mergulhia, bipartições de embriões, cultura de tecidos), em uma totalidade (clonagem), que, por sua vez, é inserida no contexto biotecnológico – processo de encaixe de conceitos (hierarquização). A hierarquização e organização do saber no pensamento é fundamental no processo de tomada de consciência.

### **Biotechnology e transgênicos**

Nos mapas conceituais encontramos regulações e coordenações sistêmicas entre biotecnologia e transgênicos. Exemplo:

“Biotechnology compreende moderna e clássica. A biotechnology moderna implica transgenia que gera transgênicos. Os transgênicos podem ser animais, microrganismos e vegetais. Os vegetais envolvem alimentos e plantas modificadas. As plantas modificadas, como o eucalipto (modificado para produzir mais celulose), é utilizado na indústria de papel” (A33M2 – ver Figura 2 - setas vermelhas).



**Figura 2:** Recorte de parte do mapa conceitual construídos no segundo momento da pesquisa, pelo aluno 33M2

**Fonte:** Elaborado pelo aluno 33M2

As transformações no sistema de relações em relação a biotecnologia e organismos transgênicos, são percebidas através da inclusão e exclusão de: a) palavras-chave; b) implicações significantes; c) palavras de ligação; d) exemplos; e) atributos.

Em relação às palavras-chave, foram incluídas: biotecnologia moderna, biotecnologia clássica, engenharia genética, hepatite b, hormônios, vacinas etc. Já em relação a atributos: “enxertia implica união de tecido de duas plantas” (A25M2); “Mergulhia consiste no enraizamento da própria planta” (A4FM2). Também a inclusão de novos exemplos de transgênicos, como: bactérias, eucaliptos, ovelhas, ratos, macaco, aves. Desse modo, transgênicos não se reduzem apenas a alimentos geneticamente modificados. Assim, os alunos já admitem que transgenia possa ser aplicada a plantas, animais e microrganismos, o que representa uma dimensão generalizadora, e, também, evidenciada pelos quantificadores (todos, muitos etc.).

Também se observa, nos mapas, inclusão e exclusão de implicações significantes e palavras de ligação (ou frases verbais). Por exemplo, em relação as implicações significantes os estudantes excluem: “Biotecnologia é transgênico” (A5M2); “Biotecnologia é transgênico” (A46M2); e incluem: “ A biotecnologia moderna implica engenharia genética, que permitiu o surgimento dos transgênicos, onde todos são OGMs” (A9M2). Ou também quando os alunos excluem implicações falsas: “OGMs tem como exemplo ovelha Dolly e criação de Chester” (aluno 9M1). Em relação as palavras de ligação, quando os alunos 4M2, 9M2, 46M2 substituem a palavra de ligação “é” (verbo ser), que a rigor diz muito pouco sobre as relações entre biotecnologia e transgênicos, pelas palavras “compreende, implica, onde todos são”, eles situam melhor as relações entre biotecnologia e transgênicos, chegando a quantificação positiva.

Constatamos, ainda, um aumento significativo de caracterização (atributos) em relação a transgênicos. Por exemplo: “Transgênicos é gerado através da transgenia. Transgenia é a incorporação de genes de outra espécie” (aluno 42M2); “Transgênicos implica a introdução de genes entre espécies diferentes. Transgênicos utiliza técnica de transformação como biobalística, eletroporação, microinjeção” (A33M2). Ou também: “Organismo transgênico possui gene de outro ser vivo” (A6M2); “Transgênicos têm como característica adição de gene” (A4M2).

Em relação às integrações e diferenciações, pode-se perceber uma diferenciação progressiva nos conceitos de transgênicos, o que conduz à tomada de consciência da relação entre biotecnologia e transgênicos. As diferenciações das integrações ocorrem via assimilações recíprocas dos subsistemas (biotecnologia moderna, engenharia genética, transgênicos, plantas, microrganismos e animais), em uma totalidade (biotecnologia), que, por sua vez, conduz a encaixes entre conceitos, acarretando encaixes e hierarquização.

Em síntese, observa-se um campo de representação mais abrangente acerca de biotecnologia e suas interconexões com clonagem e transgênicos. Entretanto, os alunos 9M2, 10M2, 13M2, 42M2 e 46M2, ainda relaciona OGMs como sinônimo de transgênicos, apesar de considerarem transgênicos como animais, plantas e microrganismos, o que implica uma dimensão generalizadora. Mas apenas os alunos 4M2, 5M2, 6M2, 25M2, 31M2, 33M2 e 39M2 chegaram a uma quantificação positiva, ao admitirem que todos os transgênicos são OGMs. Em relação a clonagem, os mapas conceituais dos alunos (4M2, 5M2, 6M2, 9M2, 10M2, 13M2, 25M2, 31M2, 33M2, 39M2, 42M2 e 46M2) apresentam uma diferenciação desta, em natural e artificial, e também uma diferenciação da clonagem induzida artificialmente, em cultura de tecidos, bipartições de embriões, enxertia e mergulhia. Contudo, os sujeitos não conseguem diferenciar clonagem terapêutica de reprodutiva (com exceção do aluno 33M2), e também não compreendem o conceito de clonagem molecular.

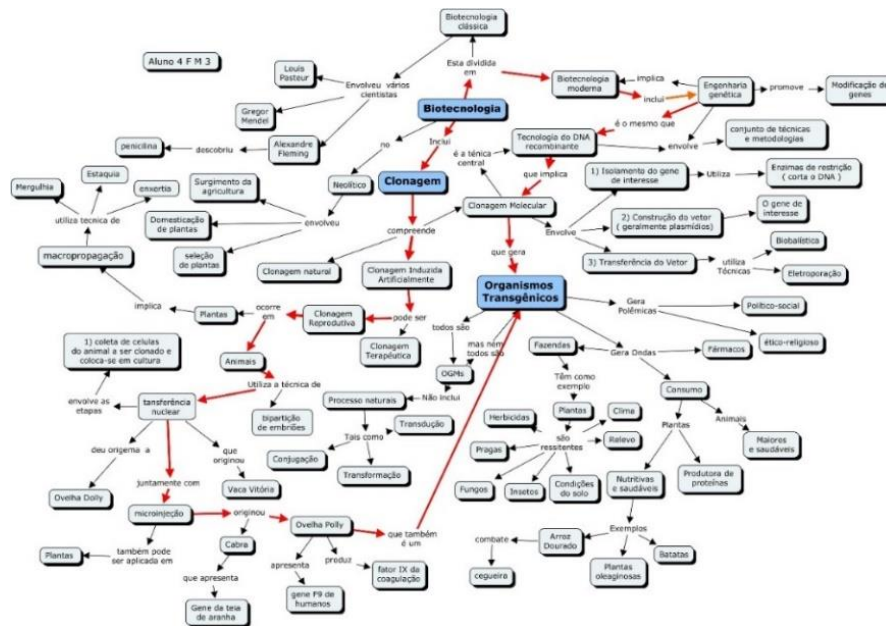
Apesar dos avanços, constatamos falta de implicações entre enunciados que supõem coordenações entre os conceitos de clonagem e transgênicos e suas interconexões com biotecnologia. Assim, na construção do segundo mapa para o modelo  $(x \sim y) \vee (\sim xy)$ , a parte comum  $xy$  não tem relação com as outras duas.

### III Momento

#### Biotecnologia e clonagem

Em relação as interconexões entre biotecnologia e clonagem, pode-se constatar regulações e coordenações multifatoriais ou pluridimensionais que conduzem a uma melhor estruturação e organização dos mapas conceituais. Exemplo:

“Clonagem induzida artificialmente inclui clonagem reprodutiva e clonagem terapêutica. A clonagem reprodutiva ocorre em plantas e animais. Em plantas, envolve macropropagação e micropropagação. A macropropagação utiliza técnicas como estaquia, enxertia e mergulhia. A micropropagação utiliza técnicas como cultura de tecidos. A clonagem reprodutiva em animais utiliza técnicas como bipartições de embriões e transferência nuclear” (A10 M3 – ver figura 4).



**Figura 3:** Recorte de parte de mapa conceitual construído no terceiro momento da pesquisa, pelo aluno 4FM3

**Fonte:** Elaborado pelo aluno 4FM3.

As transformações no sistema de relações nos mapas conceituais, em relação a biotecnologia e clonagem, são percebidas através da inclusão e exclusão de: a) palavras-chave; b) implicações significantes; c) palavras de ligação; d) exemplos; e) atributos.

Em relação às palavras-chaves, os estudantes incluem: clonagem molecular, clonagem terapêutica, clonagem reprodutiva, animais biorreatores, micropropagação, macropropagação etc. Essas novas elaborações, permitem também a inclusão de novos exemplos de clones, como (ovelha Polly, cabras transgênicas produtoras de proteínas da teia de aranha). Desse modo, existe uma tomada de consciência de que a técnica de transferência nuclear associada à de microinjeção, produz animais clonados e transgênicos com objetivo de serem organismos biorreatores, que produzem, em seu leite: insulina, fator de crescimento, fator de coagulação etc.



Assim, nos mapas conceituais, neste terceiro momento da pesquisa, os alunos conseguem relacionar transgênicos e clonagem, inserindo estes conceitos num contexto biotecnológico, ou seja, eles tomam consciência de que associação das técnicas avançadas de reprodução com a de transferência de genes, tem permitido desenvolver animais quiméricos, que podem servir a vários objetivos : produção de proteínas humanas, como exemplo a ovelha Polly, que é clonada e transgênica, possuindo o gene F9 humano responsável pela produção em seu leite do fator IX de coagulação (A4M3, AM3, A6M3, A9M3, A10M3, A25M3, A31M3, A39M3, A42M3, A46M3). Ou ainda, a criação de cabras que produzam em seu leite uma proteína da teia de aranha (A4M3, A5M3, A10M3, A25M3).

Além disso, pode-se observar, inclusão e exclusão de palavras de ligação e implicações significantes. Por exemplo, os alunos excluem: “ A clonagem pode ser natural e induzida artificialmente. A clonagem induzida artificialmente pode ser enxertia, estaquia, cultura de tecido e bipartições de embriões” (A5M2) e incluem: “ A clonagem compreende clonagem induzida artificialmente e natural. A clonagem induzida artificialmente utiliza técnicas em plantas como enxertia, alporquia, mergulhia, estaquia e cultura de tecidos” (A5M2).

No parágrafo acima, observa-se um esforço adaptativo, na troca das palavras de ligação, que muda a natureza das implicações. Assim, quando os alunos substituem as palavras de ligação “pode ser, é, são, pertence, depende”, que a rigor diz muito pouco sobre as relações entre os conceitos “clonagem, enxertia, mergulhia, cultura de tecidos”, por outros verbos ou frases verbais “utiliza técnicas, compreende, divide-se”, que denotam um caráter mais explicativo, eles situam melhor a clonagem e suas diferentes técnicas.

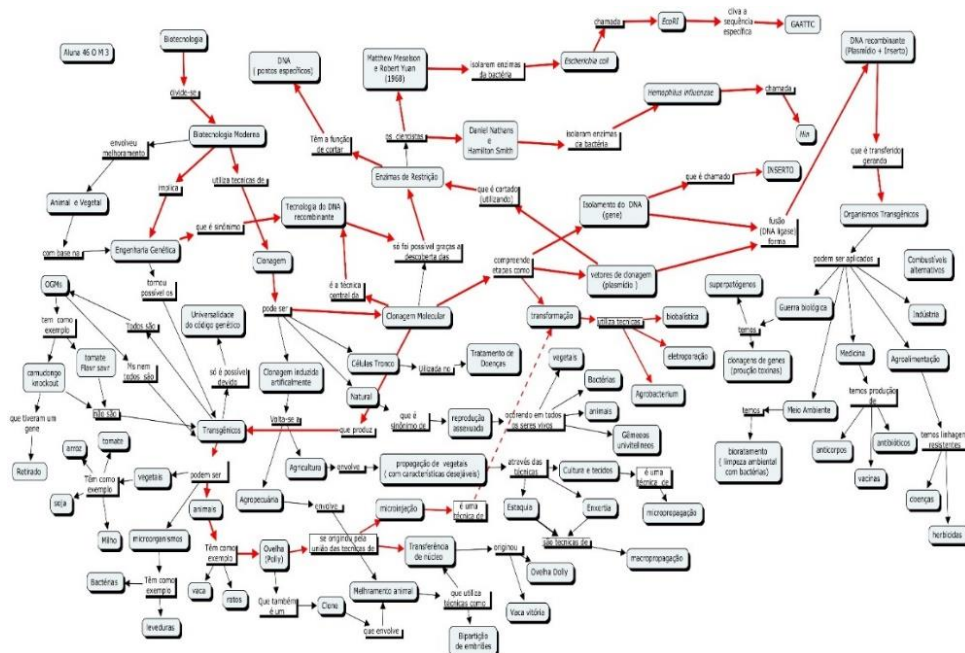
Constatamos, também, um aumento significativo nas características (atributos) de clonagem. Exemplo: “Polly apresenta gene F9 de humanos” (A4M3); “Polly produz fator IX de coagulação” (A4M3); “Polly apresenta em seu leite fator IX da coagulação” (A5M3); “Polly foi inserido em seu genoma o gene F9” (A5M3); “ A transferência nuclear permitiu a criação da ovelha Dolly” (A6M3); “A clonagem terapêutica utiliza o uso de CTs” sob medida (A31M3). Essas caracterizações se multiplicam nos mapas conceituais dos alunos, neste terceiro momento, da pesquisa.

Em relação às integrações e diferenciações, pode-se perceber estas no conceito de clonagem, que ocorrem via assimilações recíprocas dos subsistemas (clonagem terapêutica, clonagem reprodutiva, transferência nuclear, micropropagação, macropropagação) em uma totalidade (clonagem). Esses encaixes, permite a hierarquização dos conceitos, para um pensamento científico.

## Biotecnologia e transgênicos

Em relação as interconexões entre biotecnologia e transgênicos, pode-se constatar regulações e coordenações multifatoriais ou pluridimensionais que conduzem a uma melhor estruturação e organização dos mapas conceituais, principalmente quando esta supõe a coordenação entre classes dos organismos transgênicos e dos OGMs. Exemplo:

“ A biotecnologia divide-se em moderna e clássica. A biotecnologia moderna implica a engenharia genética que é sinônima de tecnologia do DNA recombinante. A engenharia genética utiliza clonagem do tipo clonagem molecular que produz transgênico. Transgênicos pode ser animais e tem como exemplo ovelha Polly, que se origina pelas técnicas de microinjeção e transferência nuclear. Microinjeção é uma técnica de transformação” (A46M3 – ver Figura 4 setas vermelhas).



**Figura 4:** Recorte de parte do mapa conceitual construído no terceiro momento da pesquisa, pelo aluno 46M3

**Fonte:** Elaborado pelo aluno 46M3.

As transformações no sistema de relações, nos mapas, em relação a biotecnologia e organismos transgênicos, são percebidas através da inclusão e exclusão de: a) palavras-chave; b) implicações significantes; c) palavras de ligação; d) exemplos; e) atributos.

Em relação às palavras-chave, os alunos incluem: clonagem molecular, enzimas de restrição, tecnologia do DNA recombinante, vetores de clonagem, plasmídeo, inserto, biobalística, eletroporação etc. Essas novas elaborações nos mapas conceituais, permitem a inclusão de novos exemplos de transgênicos: microrganismos, animais (macacoas, ratos, peixes e bovinos), plantas e alimentos (eucaliptos, arroz dourado, soja, milho, feijão e algodão).

Além disso, pode-se observar, nos mapas conceituais, inclusão e exclusão de palavras de ligação e implicações significantes. Assim, quando os estudantes excluem “transgênico pode ser biobalística e eletroporação” (A10FM3) e incluem “clonagem molecular envolve etapas tais como transformação que implica a introdução de material exógeno na célula hospedeira através de técnicas como biobalística, eletroporação e transferência mediada por *Agrobacterium Tumefaciens*” (sic) (A10M3). Ou também, quando eles excluem as implicações falsas: “Transgênicos é adição e deleção de gene” (A5M3); “[...] transgênicos são OGMs, que é a incorporação ou retirada de genes que são desejáveis ou indesejáveis, e isso, pode ser feito em qualquer ser vivo” (A39M2).

No parágrafo acima, observa-se um esforço adaptativo, na troca das palavras de ligação e implicações significantes que, na melhor das hipóteses, sugerem relações muito pobres, ou inferências falsas, por outras que oferecem grandes potencialidades. Assim, quando os alunos 4M3, 5M3, 10FM3 e 42M3 substituem a palavra de ligação: “pode ser”, que a rigor diz muito pouco sobre as relações de transgênicos com biobalística ou eletroporação, pela frase verbal “através de técnicas” como biobalística, eletroporação e transferência, eles situam melhor essas relações. Ou também, quando o aluno exclui implicações de natureza falsa, ele qualifica melhor os mapas conceituais.

Observamos, também, um aumento significativo na caracterização (atributos) de organismos transgênicos: “ A clonagem molecular compreende etapas como isolamento do DNA (gene) e vetores de clonagem” (aluno 46M3); “Biobalística implica etapas como: a) aderência do DNA a metal; b) utiliza o bombardeador (partículas são lançadas no citoplasma, organela ou núcleo); c) “O DNA se insere no genoma (transformação estável) ” (A42M3). Ou também: “ A transformação implica introdução de material exógeno na célula hospedeira” (A10M3); “ A tecnologia do DNA recombinante tem como técnica central a clonagem molecular” (A10M3).

Em relação a integrações e diferenciações, essas ocorrem via assimilações recíproca dos subsistemas (clonagem molecular, tecnologia do DNA recombinante, transgênicos, vetor, enzimas de restrição, inserto, transformação) em uma totalidade (biotecnologia moderna). Esses encaixes forma observados nos mapas dos alunos (4M3; 5M3 6M3; 9M3; 10M3; 13M3; 25M3; 31M3; 33M3; 39M3; 42M3; 46M3).

Em síntese, observa-se um campo de representação mais abrangente acerca de biotecnologia e clonagem, e, biotecnologia e transgênicos. As relações entre clonagem e

transgênicos começam a ser coordenadas ativamente. Os alunos (4M3; 5M3; 6M3; 9M3; 10M3; 13M3; 25M3; 31M3; 33M3; 39M3; 42M3; 46M3) conseguem conceituar clonagem molecular relacionando-a a técnica central da engenharia genética, responsável pela criação de transgênicos. Também, constatamos, o uso de quantificadores (todos e alguns) pelos alunos (4M3; 5M3 6M3; 9M3; 10M3; 13M3; 25M3; 31M3; 33M3; 39M3; 42M3; 46M3), chegando a generalização de que todos os organismos transgênicos são OGMs, mas nem todo OGMs é um organismo transgênico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, os sujeitos avançam em extensão e compreensão via regulações e coordenações. Na medida em que novas informações são assimiladas e diferenciadas, os mapas dois e três evoluem em organização e complexidade. Esse processo é possível via afirmações, comparações e negações, que conduzem as regulações e coordenações permitindo aos sujeitos: a) uma melhor conceituação de organismos transgênicos, chegando a coordenar ativamente com OGMs. Observa-se também elaborações mais sofisticadas do tipo: todo transgênico é OGMs, mas nem todo OGMs é um transgênico; b) diferenciar o conceito de clonagem, ao compreender as diferentes técnicas de clonagem animal e vegetal. Também tomam consciência do conceito de clonagem molecular, o que permitiu coordenações entre clonagem e transgênicos e suas interconexões com biotecnologia. Assim, na construção do terceiro mapa para o modelo  $(x \sim y) \vee (\sim xy)$ , a parte comum  $xy$  tem relação com as outras duas.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. A. P; PAULA, R. J. Representações Pré-Conceituais de Biotecnologia, Transgênicos e Clonagem e suas relações em alunos recém-ingressos no Curso de Saúde em uma Universidade Pública da Bahia. In: IV CONEDU – Congresso Nacional de Educação, 2017, João Pessoa. IV CONEDU – Congresso Nacional de Educação, 2017.
- BRÜGGEMANN, O. M.; PARPINELLI, M. A. Utilizando as abordagens quantitativa e qualitativa na produção do conhecimento. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 563-568, set. 2008.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Learning for tomorrow's world: first results from PISA 2018*. Paris, 2018. Disponível em: <https://www.oecd.org/education/pisa-2018-results-volume-iv-48ebd1ba-en.htm> Acesso em: 21 jun. 2020.
- INEP, 2018 resultados: revela baixo desempenho escolar em leitura, matemática e ciências no Brasil. Disponível em: [ortal.inep.gov.br/artigo/-/asset\\_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil/21206](http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil/21206). Acesso, 21 jun.2020.
- PIAGET, J. *Fazer e compreender*. Tradução de Christina Larroudé e Paula Leite. São Paulo: Melhoramentos, 1978 a. Título original: Réussir et comprendre.
- \_\_\_\_\_. *A tomada de consciência*. São Paulo: Melhoramentos; EDUSP, 1978b.
- \_\_\_\_\_; GARCIA, R. *Hacia una lógica de significaciones*. Buenos Aires: Tucumán, 1988.