



A tomada de consciência da relação entre Organismos Transgênicos e Organismos Geneticamente Modificados: aprendizagem significativa entre estudantes de uma universidade pública no sudoeste da Bahia

The grasp of consciousness in the relation between Transgenic Organisms and Genetically Modified Organisms: significant learning among students from a public university in Southeastern Bahia, Brazil

Jerry Adriane Pinto de Andrade

Laboratório de Ensino de Biologia - LEBIO
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB
jerrypa@Uesb.edu.br

Maria Luiza Rheingantz Becker

Programa de Pós Graduação em Educação
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
mlbecker@portoweb.com.br

Theresinha Fróes Burnham

Programa de Pós Graduação em Educação
Universidade Federal da Bahia - UFBA
tere-sinhafroes@uol.com.br

Reynaldo Josué de Paula

Escola de Administração
Universidade Federal da Bahia - UFBA
reynaldoadm@uol.com.br

Marilene Henning Vainstein

Universidade Federal do Rio Grande do sul - UFRGS
Programa de Pós Graduação em Biologia Celular e Molecular
mhv@cbiot.ufrgs.br

Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo acompanhar a tomada de consciência de alunos de disciplinas de Biologia de uma universidade pública da Bahia sobre as relações entre suas conceituações de organismos transgênicos (OT) e organismos geneticamente modificados (OGM). Para isso, elaborou-se uma proposta pedagógica a fim de acompanhar o processo de aprendizagem desses indivíduos em três momentos distintos do semestre letivo. A pesquisa é quali-quantitativa, focada na tomada de consciência como processo de conceituação na Epistemologia Genética. Foram utilizados questionários, mapas conceituais e filmagens. A análise considera o pensamento lógico-matemático implícito nas classificações realizadas pelos sujeitos para suas conceituações e destaca como evidência dessas classificações as relações estabelecidas entre OT e OGM, com o uso dos quantificadores “todos”, “alguns” e “nenhum”. Os resultados revelam a existência de três níveis de conceituação na trajetória de compreensão dos sujeitos. No nível I, 100% dos sujeitos consideraram OT sinônimo de OGM e os restringiram a plantas modificadas. No nível II, 28,2% consideraram OT como plantas, animais ou microrganismos, e 71,8% admitiram que todo OT é OGM, mas ainda não admitiam que nem todo OGM é OT. Finalmente, no nível III, 100% compreenderam que todo OT é OGM, mas ainda não compreendiam que nem todo OGM é OT. Destes, porém, apenas 87% reconheceram que organismos originados por processos naturais (conjugação, transdução e transformação) não poderiam ser considerados OGM. Concluiu-se que os níveis de conceituação encontrados são necessários para a compreensão científica da Biotecnologia e, portanto, podem servir como referência para professores em sua prática pedagógica.

Palavras-chave: Tomada de consciência; Organismos Transgênicos; Organismos Geneticamente Modificados; Ensino e aprendizagem de ciências.

Abstract

This research aims to monitor the grasp of consciousness of students in the disciplines of Biology in a public university of Bahia, on relations between transgenic (TO) and genetically modified organisms (GMO). To this end, we developed a pedagogical proposal to follow the learning process of these individuals in three different moments along the academic semester. It is a quali-quantitative research, focused on grasp of consciousness as a conceptualization process in Genetic Epistemology. We used questionnaires, concept maps and filming. The analysis considers the logical-

mathematical thinking implicit in classification performed by individuals for their own conceptualization, highlighting as evidence the relationship between TO and GMO, using the quantifiers “all”, “some” and “none”. The results show the existence of three levels of conceptualization for understanding the researched individuals. In level I, 100% of the individuals considered TO synonymous to GMO and restricted them to modified plants. In level II, 28.2% of individuals considered as TO plants, animals, or microorganisms, and 71.8% admitted that every TO is a GMO, but still would not admit that not all GMOs are TOs. Finally, at level III, 100% of individuals understood that every TO is a GMO, but did not understand that not all GMO are TO. However, only 87% recognized that organisms originated by natural processes (conjugation, transduction and transformation) cannot be considered GMO. We concluded that the levels of conceptualization found are needed to reach the scientific understanding of Biotechnology, and therefore can serve as a reference for teachers in their pedagogical practice.

Keywords: Grasp of consciousness; Transgenic Organisms; Genetically Modified Organisms; Science Teaching and Learning.

Introdução

Na atualidade, temas como clonagem, organismos transgênicos, uso de células-tronco embrionárias e teste de paternidade 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 conceitos, assegurando uma aprendizagem significativa. Para Piaget (1988), a apropriação ativa desses conceitos implica um esforço, uma dialética, requer um trabalho pedagógico planejado contínuo e alinhado a toda a escolarização.

Falar em sujeito ativo remete a um postulado interacionista, que considera o conhecimento não uma simples cópia ou uma apreensão do real, mas uma reelaboração. Para Piaget (1988), a apropriação ativa de conceitos implica uma co-operação¹ (PIAGET, 1992) e depende da evolução das relações nas quais se encontra inserido o sujeito; por isso, um trabalho pedagógico planejado e alinhado à escolarização é fundamental. Segundo Montoya (2011, p. 126), “[...] nessa evolução a socialização se encontra intimamente relacionada com a co-operação: socializar significa compartilhar noções e signos com uma comunidade de falantes e ao mesmo tempo distingui-los das próprias idiossincrasias e dos particulares pontos de vista”.

Convém ressaltar que, para esta pesquisa, foi realizada uma busca no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), cobrindo os últimos cinco anos, com o intuito de apresentar um panorama de estudos atuais que resultaram em dissertações de mestrado e teses de doutorado sobre temática semelhante ou complementar à abordada neste trabalho. Para tanto, combinaram-se

¹ A formação das operações sempre requer um meio favorável para a “co-operação”, ou seja, operações realizadas em comum (por exemplo, o papel da discussão, crítica ou ajuda mútua, problemas levantados como resultado de trocas de informação, elevada curiosidade devida à influência do grupo social, etc.)

os seguintes vocábulos e expressões: Tomada de Consciência, Epistemologia Genética e Ensino de Ciências e Biotecnologia, tendo sido analisados vinte trabalhos.

A literatura que trata da tomada de consciência e da Epistemologia Genética (FOGAÇA JÚNIOR, 2009; PIERUCCINI, 2010; ZASLAVSKY, 2010; SALADINI, 2006; SAMRSLA, 2007; SALAMUNES, 2009; GOMES, 2007) fundamenta a relevância do referencial escolhido sob dois aspectos. A escolha da tomada de consciência na Epistemologia Genética é apontada como uma temática de maior pertinência para o campo educacional, pois, ao discutir as interações que facilitam o seu processo de construção, indica quais fatores são responsáveis por esse processo, ou mesmo como intervir para essa construção, permitido fazer generalizações para outras situações similares de ensino-aprendizagem e contribuindo, assim, para a melhoria da qualidade do ensino.

Entretanto, a maioria das pesquisas embasadas na tomada de consciência na Epistemologia Genética, apesar de sua relevância, dizem respeito à construção de conceitos nas áreas de Física (FOGAÇA JÚNIOR, 2009), Matemática (PIERUCCINI, 2010), História (ZASLAVSKY, 2010), Educação Física (SALADINI, 2006), Química (LINDNER, 2009; SAMRSLA, 2007), Literatura (SALAMUNES, 2009) e Astronomia (GOMES, 2007); portanto, suas contribuições para a área de Biologia são ainda pouco exploradas.

No que diz respeito às pesquisas encontradas sobre Ensino de Ciência e Biotecnologia, a maioria dos trabalhos (ALVES, 2007; GUIMARÃES, 2007; LOPES, 2006; RODRIGUES, 2006) apresenta uma proposta descritiva, ou seja, levanta representações de professores de ciências e de alunos sobre temáticas como biotecnologia e meio ambiente, biotecnologia e saúde, organismos transgênicos, clonagem, células-tronco embrionárias, etc. As conclusões desses trabalhos apontam para um desconhecimento em relação aos conceitos e avanços da Biotecnologia. Outras pesquisas, compiladas em apresentações de congressos e periódicos (CARVALHO; GONÇALVES; PERON, 2012; DURBANO, 2008), chegam às mesmas constatações. Essas pesquisas contribuem para traçar um panorama dessas investigações em âmbito regional, apontando para a necessidade de investimentos em educação nas áreas de ciências, mas não apresentam um caráter intervencionista, que contribua de maneira efetiva para o aperfeiçoamento da área.

Contudo, é preciso avançar para uma proposta mais prescritiva. É neste sentido que esta pesquisa se justifica, pois a inexistência de trabalho igual ou semelhante – com o objetivo de acompanhar a evolução do conceito de Biotecnologia, conforme a tomada de consciência, na Epistemologia Genética – indica o ineditismo deste estudo. Além disso, considera-se inovadora a proposta pedagógica aqui apresentada e desenvolvida na metodologia utilizada na análise dos resultados.

Neste sentido, este estudo tem o intuito de propiciar reflexões acerca dos processos de ensino-aprendizagem e contribuir, assim, para melhoria do ensino de ciências. Para isso, foi elaborada uma proposta pedagógica em que se procuraria acompanhar a aprendizagem desses sujeitos - na construção da relação entre organismos transgênicos (OT) e organismos geneticamente modificados (OGM) -, em três momentos distintos do semestre letivo. Estabeleceu-se, então, um espaço dialógico de confiança e respeito mútuo, em que, durante os debates, criavam-se situações de contradição.

Trata-se de uma pesquisa de natureza quali-quantitativa, que tem como objetivo geral acompanhar a tomada de consciência de graduandos, em seu processo de construção

das relações entre OT e OGM, nas disciplinas básicas de Biologia em uma universidade pública na Bahia. Os objetivos específicos foram: a) identificar as concepções prévias em graduandos recém-ingressos nas disciplinas básicas de Biologia; b) Aplicar uma análise de estatística inferencial, utilizando o teste de qui-quadrado, para generalização dos resultados do questionário; c) Diferenciam as representações elaboradas pelos graduandos durante o semestre; d) Calcular o tamanho do efeito padronizado (TEP) da categoria e das subcategorias, comparadas em diferentes mapas (1 e 2; 2 e 3) construídos por graduandos no semestre letivo.

Para isso, procurou-se analisar as produções de 46 sujeitos a partir de um questionário, mapas conceituais e filmagens, focalizando as classificações conceituais com base nas relações entre “todos”, “alguns” e “nenhum”. A análise destas produções esta focada na tomadas de consciência dos sujeitos tendo como referencial teórico a Epistemologia Genética. A tomada de consciência teorizada por Piaget (1978 a, b), refere-se a um processo 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 (PIAGET, 1978b).

O desenvolvimento deste estudo compreende quatro momentos: no primeiro, discorre-se acerca do referencial teórico; no segundo, apresenta-se o delineamento metodológico da pesquisa; no terceiro, resultados e discussão; no quarto, são tecidas as considerações finais.

Referencial teórico

A tomada de consciência

O processo de tomada de consciência, para Piaget (1978b, p. 198), realiza-se segundo a lei periferia–centro, isto é: o conhecimento origina-se da interação entre sujeito e objeto. Adaptando esse conceito para essa pesquisa, a periferia corresponde aos conhecimentos prévios e as relações parciais e fragmentadas com o novo objeto do conhecimento – por exemplo, OT é sinônimo de OGM. Durante a intervenção pedagógica, em que ocorre interação com o novo objeto de conhecimento, há modificações em duas direções: a) em relação ao sujeito, pois através dos debates acerca das informações dos textos ele passa a criar novas relações, admitindo que existam OGM que não são OT; b) em relação ao objeto, pois o sujeito, ao modificar suas estruturas, passa a perceber o objeto de forma diferente. Assim, o sujeito, mediante tomadas de consciência sucessivas, passa de um conhecimento menor para um conhecimento maior, ou seja, passa do “porque” (indiferenciação) ao “como” (interiorização via coordenações).

A passagem do “porque” ao “como” implica regulações ativas e coordenações operatórias (PIAGET, 1978b, p. 200). As conceituações se originam de um processo laborioso que pressupõe uma verdadeira construção do sujeito, e não a elaboração de uma consciência totalizante, isto é, consciência de seus diferentes níveis, com sistemas de implicações que variam do mais simples ao mais complexo (PIAGET, 1978a; 1978b). Nesse processo, o autor ainda situa o recalçamento cognitivo, que é a impossibilidade

de o sujeito perceber como um problema, no plano consciente, as incoerências entre o que ele pensa e faz; na situação desejável, o sujeito é levado a pensar no “como” e “porquês” das ações.

Para superar essa resistência, o aluno precisa reconhecer a perturbação, o que supõe a criação de espaços de diálogo na sala de aula, pois “[...] é através dos debates e discussões entre iguais que ocorre a otimização das perturbações intra-alunos, nos quais os argumentos de uns promovem a reelaboração dos argumentos de outros” (CARVALHO, 2005, p.54). Desse modo, a socialização do pensamento é uma condição imprescindível à tomada de consciência.

A tomada de consciência e os mapas conceituais

O entendimento da tomada de consciência na construção das relações nos mapas conceituais segue os mesmos pressupostos de Dutra (2006), que situa a concepção de mapas conceituais na perspectiva da Epistemologia Genética. O autor enfatiza a importância da predicação na constituição das proposições que integram os mapas conceituais. Assim, as palavras de ligação – geralmente verbos – têm função estruturante e exercem um papel fundamental na representação de uma relação entre dois conceitos. Na perspectiva dos sujeitos, as palavras inseridas nas caixas de texto não são necessariamente conceitos. Ainda que tais palavras possam representá-los, são as relações construídas que os delimitam, no exercício de atribuições de significado, o que somente é alcançado por complexas atividades de coordenação de suas interações com objetos em determinado contexto (DUTRA, 2006).

Metodologia

Natureza e questões de pesquisa

Trata-se de uma pesquisa de natureza quali-quantitativa (BRÜGGEMANN; PARPINELLI, 2008) que procura acompanhar a aprendizagem dos sujeitos em três momentos distintos do semestre letivo, tendo como objetivo responder às questões: (1) Quais os conhecimentos prévios de OT e OGM em graduandos recém-ingressos nos cursos de Fisioterapia e Odontologia? Como a análise de uma estatística inferencial, utilizando o teste de qui-quadrado, pode contribuir para generalização dos resultados do questionário? (2) Como se diferenciam as representações de OT e OGM elaboradas pelos alunos durante o semestre? (3) Qual o tamanho do efeito padronizado – TEP – da categoria e das subcategorias, comparadas em diferentes mapas (1 e 2; 2 e 3) construídos por graduandos no semestre letivo?.

Estas questões se originaram na reflexão de um grupo multidisciplinar de professores que integram o Laboratório de Ensino de Biologia (LEBIO) e foram aprimoradas no processo de investigação. Este grupo busca a superação do ensino pautado em uma visão estática e descontextualizada do conhecimento. Nessa busca, a formação destes graduandos deve apresentar na sua base, dois postulados da Epistemologia Genética: a provisoriade e a simultaneidade. O primeiro refere-se à visão genética, segundo o qual toda construção é transitória, o que pressupõem o ser humano em um constante

processo de vir a ser. O segundo resgata a interdependência entre sujeito e objeto, pois não é possível pensar em um sem o outro.

Por fim, para responder aos questionamentos descritos acima, desenvolveu-se uma proposta pedagógica, a partir da Epistemologia Genética, visando ao entendimento dos processos de conceituação.

Proposta pedagógica

A orientação e o planejamento das atividades foram realizados pelo professor pesquisador com a colaboração de mais três professores doutores da mesma instituição (dois da área de genética e um da área de filosofia) e dois monitores. O planejamento serviu como roteiro para os pesquisadores ampliarem, no dia a dia, a linha de pensamento e ação da proposta pedagógica. Destaca-se que o trabalho foi reavaliado em reuniões com a participação de toda a equipe e sob a liderança do coordenador. Ao todo, contou-se com vinte horas de planejamento. Os trabalhos em sala de aula valorizaram dois momentos. No primeiro, havia discussão dos textos previamente lidos pelos grupos; no segundo, eram feitos questionamentos a partir da análise dos mapas conceituais confeccionados.

O diálogo foi valorizado como uma forma de interação, e o pesquisador procurou acompanhar o pensamento dos sujeitos com intervenções sistemáticas, elaborando sempre novos questionamentos a partir de suas respostas, avaliando a qualidade, a abrangência e a consistência dessas contestações. Assim, eram valorizados os conhecimentos prévios dos sujeitos e, após cada atividade, refletia-se sobre a prática executada, em vez de apenas atribuir aos alunos a incapacidade de aprender.

Identificar os conhecimentos prévios dos sujeitos foi fundamental para o direcionamento do trabalho². Vale lembrar que no processo de tomada de consciência (PIAGET, 1978a; 1978b), esses conhecimentos prévios encontram-se na periferia, e são fundamentais para construção das relações entre OT e OGM. No processo de tomada de consciência é impensável iniciar uma abordagem de um conteúdo sem antes verificar o que os sujeitos efetivamente conhecem sobre o tema abordado. Assim, identificar os conhecimentos prévios dos graduandos, torna-se imprescindível para orientação e planejamento das atividades, que visem promover tomadas de consciência sucessivas.

Após a análise dos primeiros mapas e do questionário, onde se identificou os conhecimentos prévios dos sujeitos, passou-se a trabalhar com textos de linguagem mais acessível, que pudessem contemplar as dúvidas dos mesmos em relação a temas da biotecnologia, tais como: OGM, OT, tecnologia do DNA recombinante. Adotamos autores como Aragão (2003) e Veiga (2007), além de discutir a lei federal n. 11.105/2005.

Aragão (2003) procura explicar a tecnologia de OGM demonstrando a importância do desenvolvimento histórico da biotecnologia para chegar à tecnologia do DNA recombinante. Veiga (2007) suscita discussão sobre a produção de OGM, que envolve,

² Por exemplo, ao perceber que os sujeitos consideravam sinônimos OT e OGM e que os textos dos autores adotados não abordavam de forma clara essa diferença, inseriu-se na discussão o debate da lei federal brasileira (Lei 11.105), de 24 de março de 2005 (BRASIL, 2009).

dentre outros aspectos, a questão da fome e da saúde pública. O livro apresenta três linhas de estudo de especialistas no assunto, respectivamente a favor, contra ou em posição intermediária quanto à produção e à comercialização de OGM.

A lei federal n. 11.105/2005 diferencia OGM e OT. Por exemplo, OGM é um organismo que sofreu mudança artificial em seu DNA sem a inserção de genes de espécie diferente, a exemplo do tomate *Flavr savr*, no qual é inserido um gene da mesma espécie, mas invertido. Se há introdução de DNA de outra espécie, então esse organismo passa a ser transgênico, como o milho, no qual foi introduzido um gene retirado de bactéria. Além disso, esta lei considera que os organismos cuja transferência de DNA ocorre naturalmente (conjugação, transdução e transformação) não podem ser considerados OGM.

Essas temáticas foram trabalhadas em oito encontros³ de cada disciplina — cinco para debates dos textos acerca de biotecnologia e três para a confecção dos mapas conceituais⁴. Para cada encontro, programou-se uma carga horária de duas horas, num total de dezesseis horas.

Sujeitos e instrumentos de coleta

Os sujeitos desta pesquisa constituíram-se de 46 alunos dos cursos de Fisioterapia e Odontologia. A coleta dos dados ocorreu durante as disciplinas de Biologia do primeiro semestre, em uma universidade pública da Bahia. Foram utilizados um questionário, filmagens e mapas conceituais.

Questionário

O uso de questionário objetivou levantar os conhecimentos prévios de alunos recém-ingressos na universidade sobre OGM e OT a fim de traçar estratégias pedagógicas para uma aprendizagem significativa.

O processo de validação teve como base a Psicometria (CONTI et al., 2010), envolvendo todo e qualquer procedimento de análise das propriedades do instrumento, para verificar o seu grau de coerência e qualidade. Desse modo, quando se selecionaram as questões -, e quando o instrumento foi pré-testado, observando se os temas abordados nas questões eram corretamente interpretados, realizou-se um

³ No primeiro, os alunos preencheram um questionário sobre biotecnologia e receberam instruções para a confecção dos mapas conceituais. Posteriormente, foram conduzidos ao laboratório e construíram o primeiro mapa conceitual, procurando relacionar biotecnologia, organismo transgênico e clonagem, utilizando o software Cmap Tools. No segundo, foram debatidos os textos: (a) “Das ervilhas às moléculas da vida” (capítulo 1), e (b) “Plantas para a civilização” (capítulo 3), do livro *Organismos transgênicos — explicando e discutindo a tecnologia* (2003), de Aragão. No terceiro encontro, abordou-se a clonagem. No quarto, discutiu-se o primeiro mapa conceitual e a sua reestruturação — confecção de um segundo mapa conceitual. No quinto, foram discutidos os textos: (a) “Os organismos transgênicos” (capítulo 4), e (b) a lei federal n.11.105/2005. No sexto, foram debatidos os textos: “Bem-vindo ao mundo da controvérsia” e (b) “Chega de manipulação”, ambos extraídos do livro *Transgênicos: sementes da discórdia* (2007), organizado por Veiga. Por fim, no oitavo encontro, foi realizada uma discussão geral sobre o processo.

⁴ Os alunos receberam instruções para iniciar a construção dos mapas utilizando-se de três palavras-chave: Biotecnologia, Clonagem e Transgênicos, e seguindo duas premissas: (a) deveria haver uma palavra de ligação, geralmente um verbo (ou frase verbal), conjugado corretamente, na ligação entre duas palavras-chave (conceitos) — por exemplo: em “biotecnologia compreende transgênicos”, **biotecnologia e transgênicos** correspondem às palavras-chave (conceitos) ligadas pela palavra de ligação **compreende**, que é um verbo — e (b) a proposição deveria formar uma sentença que por si só fizesse sentido.

processo de validação (DELIZA; ROSENTHAL; COSTA, 2003; PASQUALI, 2010). Vale ressaltar, que esse processo envolveu um grupo multidisciplinar composto por professores especialistas nas áreas de Biotecnologia, Educação, Filosofia e Estatística.

Após a coleta do material e a leitura dos registros, foi formulada a categoria Implicação Significante, que expressa a interação entre os dados empíricos e a Epistemologia Genética. Para Piaget (1995), uma implicação significativa é um raciocínio simples: “[...] uma relação entre duas significações tal que a primeira conduz à segunda” (PIAGET, 1995, p.96). Para ele, existem níveis diferentes de complexidade nesta significação, considerando a abrangência das relações estabelecidas: local, sistêmica e estruturante. Logo em seguida, o questionário foi analisado com base nos três níveis de significação.

Devemos destacar, que no momento em que se realizou uma revisão bibliográfica sobre Epistemologia Genética, direcionada às razões de sua utilização na interpretação e análise dos resultados, ou seja, ao propormos uma escala de classificação enquadrando as respostas dos sujeitos em níveis de implicação (local, sistêmica e Estruturante), e que esta foi validada por um grupo multidisciplinar, estamos imprimindo uma análise da coerência das questões em relação ao referencial adotado. Por exemplo, diante da sexta questão, na qual se solicita ao aluno que responda: “o que são transgênicos? Cite alguns transgênicos que você ouviu falar” – classificaram-se as respostas, conforme mostra o quadro 1:

Quadro 1: Classificação das respostas dos alunos referente à questão 6.

Implicação Local (regulações e coordenações locais): considerar que os organismos transgênicos são alimentos geneticamente modificados, além de citar exemplos de acordo com essa definição.
Implicação Sistêmica (regulações e coordenações sistêmicas): considerar que organismos transgênicos podem ser plantas e animais ou plantas e micro-organismos geneticamente modificados em cujo genoma foi inserido um gene de outro organismo, além de citar exemplos de acordo com essa definição.
Implicação Estrutural (regulações e coordenações estruturantes): considera que organismos transgênicos podem ser plantas, animais e micro-organismos geneticamente modificados em cujo genoma foi inserido um gene de outro organismo. 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 micro-organismos geneticamente modificados.

Fonte: Dados da pesquisa

Após o estabelecimento dos critérios de classificação (Quadro 1) e o levantamento das frequências do questionário (Tabela 2), foi realizada uma análise estatística, utilizando o programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), que possibilitou trabalhar com distribuição entre as frequências em cada questão. O objetivo da avaliação estatística foi verificar se houve uma variação na distribuição de frequências para cada questão analisada (a hipótese nula é que elas são iguais, ou seja, as respostas encontradas são próximas para a turma de Fisioterapia e Odontologia, pois esses conhecimentos ainda são pouco discutidos no ensino médio). O teste de qui-quadrado mostrou um nível de significância estatística de $P < 0,05$, o que imprime qualidade à análise.

Esta análise permite, com base no conceito de proximidade (intervalo de confiança), generalizar os resultados para os cursos da área de saúde da

universidade que constitui o campo de estudo (CALLEGARI-JAQUES, 2003), fator que, de certa forma, sugere um diagnóstico de que os alunos estão chegando à instituição, para essas áreas, apresentando um conhecimento não estruturado acerca dos conteúdos em biotecnologia.

Entretanto, uma das limitações do questionário é que esse instrumento permite conhecer resultados e não processos. Segundo PARRAT-DAYAN (2006), é melhor conhecer os mecanismos do que os resultados. Por isso, incluímos os mapas conceituais e as filmagens como instrumentos que, juntos, viabilizariam acompanhar os processos de tomada de consciência.

Mapas conceituais

O uso dos mapas conceituais como instrumentos de pesquisa teve como objetivo acompanhar o processo de tomada de consciência na construção da relação entre OT e OGM. Essa escolha se justifica porque os mapas, por estarem em constante transformação, são uma ótima ferramenta para acompanhar o processo de tomada de consciência (DUTRA, 2006), cabendo ao professor acompanhar e intervir nesse processo, em diferentes níveis de representação do sujeito.

Para analisar os mapas conceituais, foram utilizadas categoria e subcategorias. A categoria Todos, Alguns e Nenhum (TAN) foi apresentada originalmente na Epistemologia Genética, pois, para Piaget (1975), o uso dos quantificadores implica um pensamento lógico-matemático implícito no tipo de classificação realizada pelos sujeitos em suas conceituações. Na análise dos mapas conceituais, destacam-se como evidências dessas classificações conceitualizadoras, as sucessivas tomadas de consciência, que conduzem a construção das relações entre OT e OGM. Quando essa relação é estabelecida, dizemos que o sujeito chegou a uma quantificação das extensões.

Por outro lado, como eleger subcategorias que possam assinalar as tomadas de consciência que ocorrem na construção de diferentes versões dos mapas conceituais? Foi observando o próprio movimento do sujeito, de incluir e excluir relações⁵, caracterizar os conceitos⁶ e hierarquizar⁷ durante a construção das três versões dos mapas conceituais, que alcançamos a resposta, constatando que existe todo um esforço adaptativo do sujeito, que culmina na construção das relações entre OGM e OT.

A partir desse entendimento, elegeram-se subcategorias: Palavras-Chave incluídas (PCI) e excluídas (PCE), Implicações Significantes incluídas (ISI) e excluídas (ISE), Atributos (AT), Integrações e Diferenciações (ID) e Exemplos (EX).

A análise dos mapas é feita a partir da contagem do uso de todos, alguns e nenhum, implicações significantes (relações) incluídas e excluídas, palavras-chave incluídas e excluídas, exemplos, atributos (características), integrações e diferenciações (hierarquias), comparada entre os mapas 1 e 2 e 2 e 3. Por exemplo, no mapa 1 do

⁵ Exemplo de subcategorias, quando o aluno exclui, no mapa 2, uma implicação significativa do tipo “transgênicos é o mesmo que OGM” (subcategoria ISE) e inclui “transgênicos todos são OGM” (subcategoria ISE), ou exclui exemplos do tipo “transgênicos tem como exemplo o tomate *Flavr savr*” (subcategoria EX) e inclui “OGM tem como exemplo o tomate *Flavr savr*” (subcategoria EX).

⁶ Por exemplo, ao caracterizar (AT) OT e OGM – “transgênico possui um gene de outra espécie” ou “OGM possui um gene da mesma espécie”.

⁷ Por exemplo, ao hierarquizar (ID) – “OGM inclui transgênicos e não transgênicos”.

aluno 33 do curso de Odontologia (33OM1),⁸ não houve o uso dos quantificadores (todos, alguns e nenhum); no mapa 2 (33OM2), quantificou-se um todos; no mapa 3 (33OM3), um todos, um alguns e um nenhum. Esse procedimento foi realizado nas outras subcategorias.

Em geral, cada aluno construiu, ao longo do semestre, três versões de mapas conceituais. Então, realizou-se uma análise dos 138 mapas e, depois, procedemos a uma descrição da média e do desvio padrão dos mapas 1, 2 e 3, na categoria TAN e subcategorias (PCI, PCE, ISI, ISE, EX, ID e AT) de análise (ver Tabela 4). Em seguida, passou-se ao cálculo da média das diferenças e tamanho do efeito padronizado (TEP) entre os mapas (Tabela 5). Vale ressaltar que o objetivo desta análise não foi só calcular a significância estatística⁹, isso é, averiguar se as diferenças encontradas entre diferentes versões dos mapas conceituais de um mesmo sujeito são grandes o suficiente, para não serem atribuídas ao acaso. Analisando os mapas, fica evidente *a priori* que esta diferença será encontrada. Contudo, o mais importante para este estudo é verificar o tamanho ou a magnitude da diferença (tamanho do efeito padronizado – TEP), pois este demonstra o esforço adaptativo dos sujeitos no processo de tomada de consciência, demonstrando a eficácia da abordagem utilizada para tomada de consciência sucessiva.

Filmagens

O objetivo das gravações em vídeo foi apoiar a análise dos mapas conceituais, para acompanhar os processos de tomada de consciência dos alunos. Ao todo, obteve-se 6h55min de filmagem para os cursos de Odontologia e Fisioterapia. Durante as gravações, a câmera foi posicionada de modo que captasse a imagem de todo o grupo; durante as discussões, foram feitos enquadramentos que focassem o aluno que estava falando. Foi possível notar, inicialmente, que alguns se sentiram intimidados pela câmera, mas, com o andamento das atividades, ela deixou de afetar o comportamento do grupo.

De muitas questões que emergiram durante as filmagens, as principais questões norteadoras dos debates, no tocante às relações entre OGM e OT, foram: a) qual a definição de OT; b) o que são OGM?; c) existe alguma diferença entre OT e OGM?; d) todo OGM é OT e todo OT é OGM? O que vocês acham?; e) qual a finalidade da criação de OGM e OT?

Resultados e Discussão

Neste tópico, foram analisadas as respostas dos alunos acerca do significado de biotecnologia, na categoria TAN e subcategorias (PCI, PCE, ISI, ISE, EX, ID e AT), a partir da organização de um conjunto de dados (questionário, mapas e filmagens). Esta

⁸ Para preservar o anonimato dos alunos, criou-se um código para caracterizar os sujeitos pesquisados diferenciando repostas do questionário, mapas conceituais e filmagens. Por exemplo, os códigos 5FRQ, 25OM1 e 10FRF representam, respectivamente: aluno 5 do curso de Fisioterapia resposta do questionário; aluno 25 do curso de Odontologia mapa conceitual 1; aluno 10 do curso Fisioterapia resposta da filmagem.

⁹ Para o cálculo da significância estatística utilizamos o teste t para amostras independentes e Mann-Whitney (ver tabela 5).

análise foi feita com doze sujeitos, sendo seis do curso de Fisioterapia (alunos 4, 5, 6, 9, 10 e 13) e seis do curso de Odontologia (alunos 25, 31, 33, 39, 42 e 46), escolhidos aleatoriamente. Ressalta-se, também, que esta análise é diacrônica, ou seja, serão acompanhados os mesmos sujeitos, durante os três momentos da pesquisa, na categoria em questão.

Primeiro momento

No tocante à categoria TAN, observa-se que os alunos apresentam dificuldades em admitir que todo OT é OGM, mas que nem todo OGM é OT, ou seja, existem alguns OGM que não são OT. Vejamos as respostas do questionário: “OT são organismos geneticamente modificados. Têm como exemplo soja e milho” (aluno 25FRQ); “São sementes modificadas geneticamente para aumentar a qualidade, a produção e o combate de pragas. Exemplos soja, milho e tomate” (aluno 9FRQ). Tais implicações aparecem também nos mapas conceituais: “OT são OGM. Têm como exemplos soja e milho” (aluno 9FM1 – ver Figura 1, setas vermelhas); “OT é OGM. Tem como exemplo soja e milho” (aluno 10FM1 – ver Figura 2, setas vermelhas); “OT são OGM” (aluno 31OM1). Respostas e implicações similares também aparecem no restante dos sujeitos pesquisados.

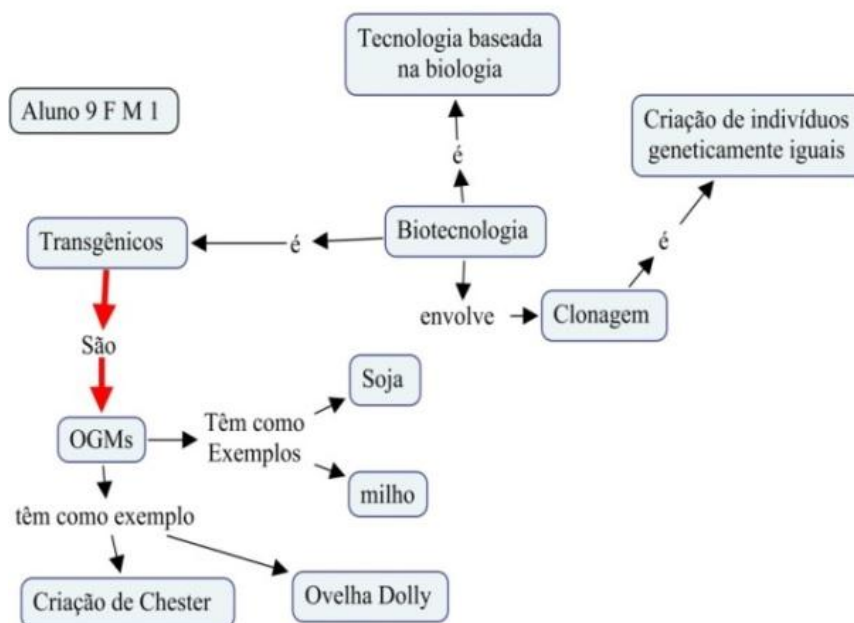


Figura 1: Mapa conceitual construído no primeiro momento da pesquisa, pelo aluno 9FM1.

Fonte: Elaborado pelo aluno 9FM1.

Nas respostas do questionário e na confecção dos mapas conceituais, observa-se uma indiferenciação da classe OGM, pois, ao utilizarem as palavras de ligação “são”, “é”, “é o mesmo”, “é igual”, “é a mesma coisa que”, deixam evidente que OGM foi utilizado como sinônimo de OT e restrito a plantas e alimentos geneticamente modificados, tais como soja, milho e tomate, o que mostra que os alunos não compreenderam esses

conceitos. Desse modo, a quantificação das extensões, no tocante aos OGM, não é alcançada.

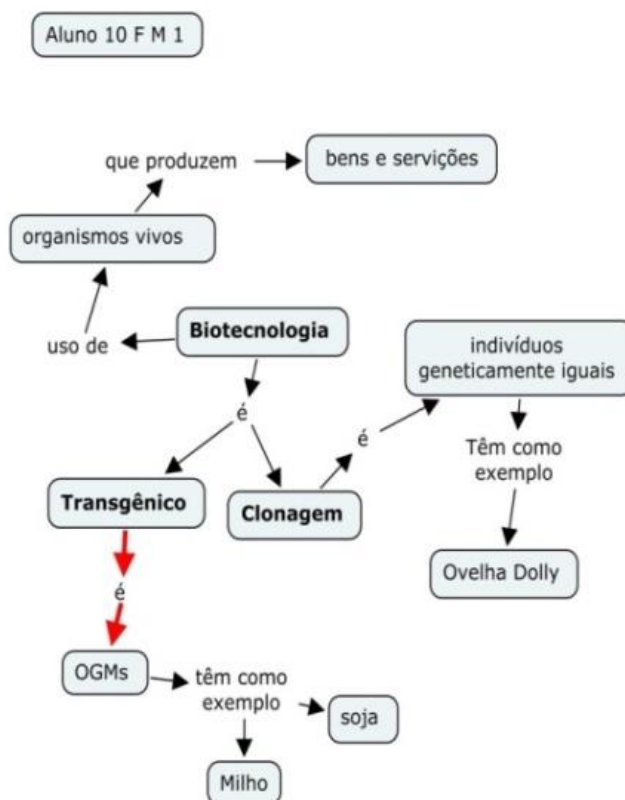


Figura 2: Mapa conceitual construído no primeiro momento da pesquisa, pelo aluno 10 FM1

Fonte: Elaborado pelo alunos 10FM1.

Segundo momento

No segundo momento da pesquisa, apresentaram-se os seguintes questionamentos: qual a definição de OT?, o que são OGM?, existe alguma diferença entre OT e OGM? Nas formulações verbais e na confecção dos mapas pelos sujeitos, constatou-se um início de conceituação de organismos transgênicos, o que implica uma dimensão de generalização. Vejamos alguns exemplos: “Os OT são organismos que, na essência, possuem um gene de outros organismos, e isso só é possível pela engenharia genética. Um transgênico pode ser qualquer ser vivo, micro-organismo, plantas ou vegetais que possuem esse gene inserido de outra espécie” (aluno 9FTF). Ou também: “[...] Aragão define **Transgênicos como micro-organismos, plantas ou animal no qual o genoma foi inserido outro gene de outra espécie** [grifo nosso] (...)” (aluno 46OTF).

Nessas formulações dos sujeitos, os OT são definidos como organismos que, na essência, possuem um gene de outro organismo, ou como micro-organismos, plantas ou animais em cujo genoma foi inserido gene de outra espécie, o que envolve engenharia genética. Essas novas elaborações indicam um início de generalização, pois eles consideram que os organismos transgênicos não se restringem apenas a alimentos geneticamente modificados.

Pode-se constatar também que o sujeito 6FTF começa a definir OGM incluindo OT neste grupo, chegando a elaborações sofisticadas, como: “[...] Eu acho que, se você

pega material genético de um gene de uma espécie e insere em outra diferente, temos um transgênico, e isso pode ser feito em qualquer ser vivo”. Ou também: “Transgênicos são plantas, micro-organismos e animais e, assim, pode se gerar uma diversidade de produtos”. Apesar de os sujeitos admitirem que todos os OT são OGM, porque os OT estão inclusos em OGM, eles não conseguem explicar os OGM que não são OT, porque a conceituação de OT foi feita com base no conceito de OGM. Falta conceituar OGM com um exemplo de algo que não seja OT para que eles possam alcançar as coordenações ativas entre OT e OGM. Observamos também estas implicações nos mapas conceituais:

“A Biotecnologia Moderna engloba Engenharia Genética que é tecnologia do DNA recombinante que permite manipulação do material genético e deu origem a OT, que pode ser aplicado a todos os seres vivos como animal, planta e micro-organismos, graças à universalidade do código genético. OT todos são OGM” (aluno 31OM2 – ver Figura 3, setas vermelhas).

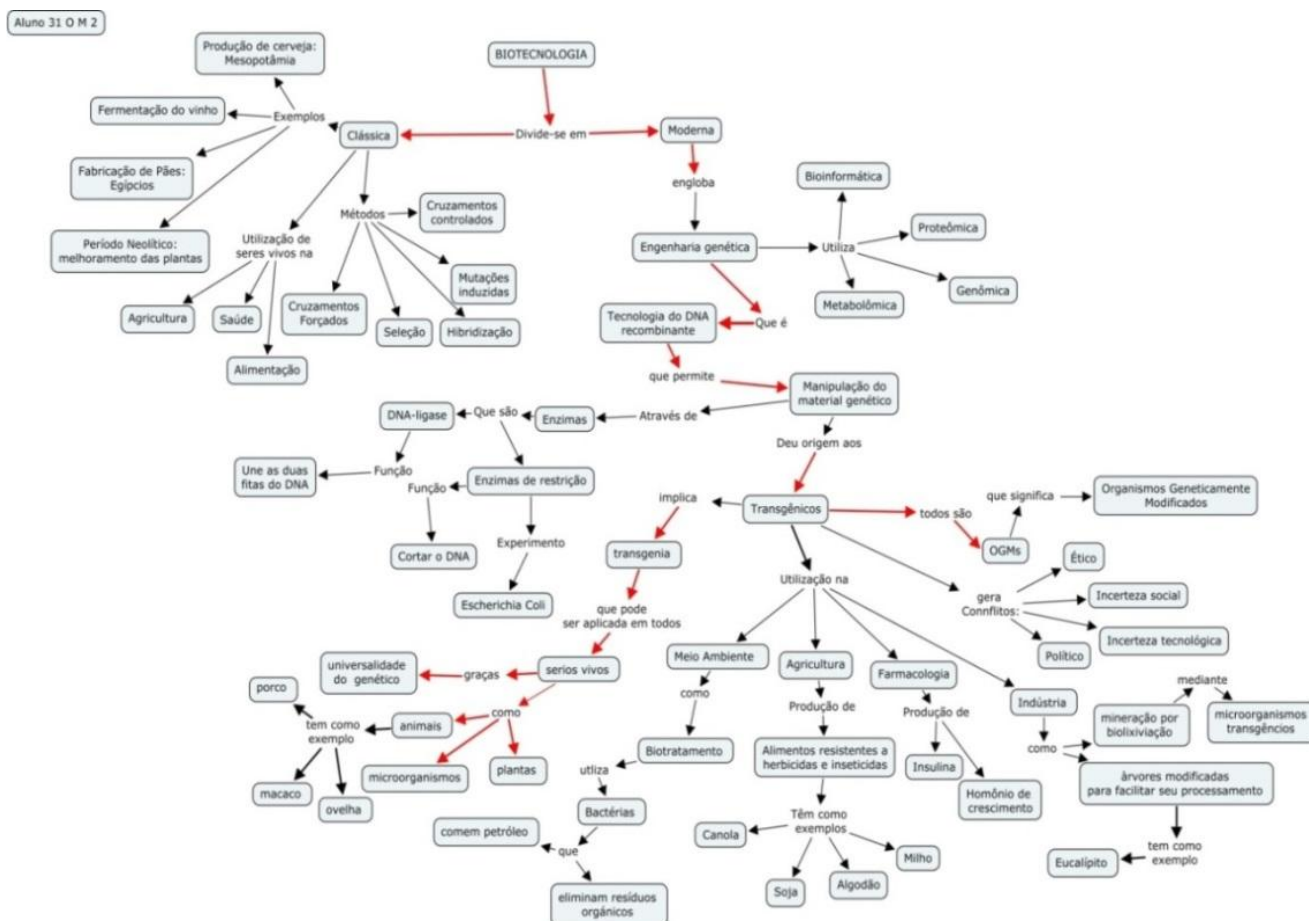


Figura 3: Mapa conceitual construído no segundo momento da pesquisa, pelo aluno 31OM2.

Fonte: Elaborado pelo aluno 31OM2.

Em resumo, tanto nas formulações verbais como nos mapas conceituais, os sujeitos 9FM2, 10FM2, 13FM2, 42FM2 e 46FM2 já consideravam que a transgenia poderia ser aplicada a micro-organismos, plantas e animais, o que implica uma dimensão de generalização, mas apenas os sujeitos 4FM2, 5FM2, 6FM2, 25FM2, 31FM2, 33FM2 e 39FM2 chegaram a uma quantificação positiva, ao admitirem que todos os OT são

OGM. Entretanto, ainda não admitiam que nem todo OT é um OGM, chegando a uma quantificação negativa.

Nos mapas conceituais, as transformações nos sistemas de relações são percebidas através de inclusão e/ou exclusão de: a) Implicações Significantes; b) Exemplos; c) Atributos; e) Integrações e Diferenciações.

Em relação às implicações significantes, pode-se observar que os sujeitos excluem: “Transgênicos são OGM” (aluno 31OM1) e “Transgênico é o mesmo que OGM” (aluno 33OM1) e incluem: “Transgênicos todos são OGM” (alunos 31OM2 e 33FM2). Desse modo, observa-se um esforço adaptativo na troca das palavras de ligação ou frases verbais que, na melhor das hipóteses, sugerem relações muito pobres por outras que oferecem grandes possibilidades. Assim, a substituição de palavras de ligação (ou frases verbais) como “é o mesmo que”, “são” por “todos são” conduz a uma quantificação positiva das extensões. Transformações similares foram observadas nos mapas dos sujeitos: 4FM2, 5FM2, 6FM2, 25FM2 e 39FM2.

Constatou-se também que, na subcategoria Atributos, foram incluídas: “Transgênicos possuem gene de outro ser vivo” (aluno 10FM2), “Transgênicos permitem a introdução de gene entre espécies diferentes graças à universalidade do código genético” (aluno 42OM2). Há também exemplos para além de soja, tomate e milho: eucaliptos, macaco, algodão, canola, etc.

Por outro lado, em relação às Integrações e Diferenciações, pode-se perceber que nos mapas conceituais de todos os sujeitos há diferenciações progressivas referentes a organismos transgênicos. Elas ocorrem via assimilações recíprocas dos subsistemas (biotecnologia moderna, engenharia genética, tecnologia do DNA recombinante, organismos transgênicos, plantas, micro-organismos e animais) em uma totalidade (biotecnologia). Assim, biotecnologia se divide em biotecnologia moderna e biotecnologia clássica. A primeira utiliza a engenharia genética, também chamada de tecnologia do DNA recombinante, que origina os OT, que podem ser micro-organismos, plantas e animais. Todos os OT são OGM.

Terceiro momento

Durante as discussões, os alunos foram questionados: Será que é a mesma coisa?, Todo OGM é um OT e todo OT é um OGM? O que vocês acham?, Quais as semelhanças e diferenças entre os OT e os OGM que não são OT?, Qual a finalidade da criação de OGM e OT?

Nas formulações verbais dos sujeitos 10FRF e 33ORF, observam-se regulações e coordenações do conceito de OGM, que passam a englobar, além dos organismos transgênicos, os não transgênicos, como, por exemplo, o tomate *Flavr savr*, em que o gene do próprio organismo é inserido em sentido inverso, ou o camundongo *knockout*, que surge por processos de deleção ou modificação dos genes.

“[...] se inserirmos um gene num organismo de uma espécie, outro gene de outra espécie, com objetivo de melhorar determinada característica daquele organismo, dizemos que criamos um OT, como, por exemplo, o milho transgênico, no qual foi introduzido um gene que confere resistência a antibióticos, que foi retirado de uma bactéria. Já quando eu coloco um gene que já pertence a essa mesma

espécie, como Marcia¹⁰ falou do tomate *Flavr savr*, que o gene era da mesma espécie e foi inserido em sentido inverso, temos um OGM e não um OT [grifo nosso]. Neste caso, não se efetuou grandes alterações nesse organismo; por isso, criamos um OGM, mas não podemos considerá-lo OT” (aluno 33ORF).

“[...] foi o que eu disse, professor: todo OT é um OGM, mas nem todo OGM é um OT, porque existe OGM como os camundongos *knockouts*, que são OGM e não são OT [...] no camundongo *knockout* ocorre por deleção ou modificação dos genes; por isso, eles são OGM e não são OT [grifo nosso]” (aluno 10FRF).

Essa relação hierárquica fica bastante evidenciada na formulação verbal do sujeito 5FRF:

“[...] cada um está entendendo que os OGM se originam por engenharia genética. **Por definição, OGM é todo organismo no qual é inserido ou retirado um ou mais genes de forma não natural, para lhe conferir uma ou mais características desejadas** [grifo nosso]. **O conceito de OGM é mais amplo e engloba OT (...)** [grifo nosso] (...) no tomate *Flavr savr*, o gene é o mesmo, só que invertido, daí é OGM e não transgênico. Assim, um OGM pode ser um OT ou não, mas todo OT é um OGM. (...)” (aluno 5FRF).

Essas novas elaborações permitem que os sujeitos cheguem à regulação de todos e alguns, pois passam a admitir que todos os OT são OGM, mas que nem todos os OGM são OT, já que existe o grupo dos organismos não transgênicos. Eles também admitem que os OGM sejam organismos modificados pela técnica da engenharia genética, portanto produtos da biotecnologia moderna. Esses encaixes (OGM = OT + não OT) só são possíveis graças a afirmações como: “Se houver superexpressão num gene daquela mesma espécie para que se tenha certo resultado, se terá um OGM que não é transgênico [...]” (25OTF), ou negações, como: “[...] no camundongo *knockout*, ocorre por deleção ou modificação dos genes; por isso, eles são OGM e não são transgênicos” (10RFR).

Na confecção dos mapas conceituais, observou-se que todos os sujeitos chegaram à quantificação das extensões, admitindo que todos os OT são OGM mas nem todos OGM são OT. Vejamos algumas implicações:

“[...] Biotecnologia Moderna envolve Engenharia genética, que envolve recombinação gênica, gerando OT. Clonagem pode ser clonagem molecular, que implica isolamento de genes (inserto) e vetores de clonagem (plasmídeos). A união permite formar DNA recombinante (inserto + plasmídeo); essa técnica forma os OT, onde todos são OGM mas nem todos OGM são OT. OGM não inclui processos naturais” (39OM3 – ver Figura 4, setas vermelhas).

¹⁰ Nome fictício.

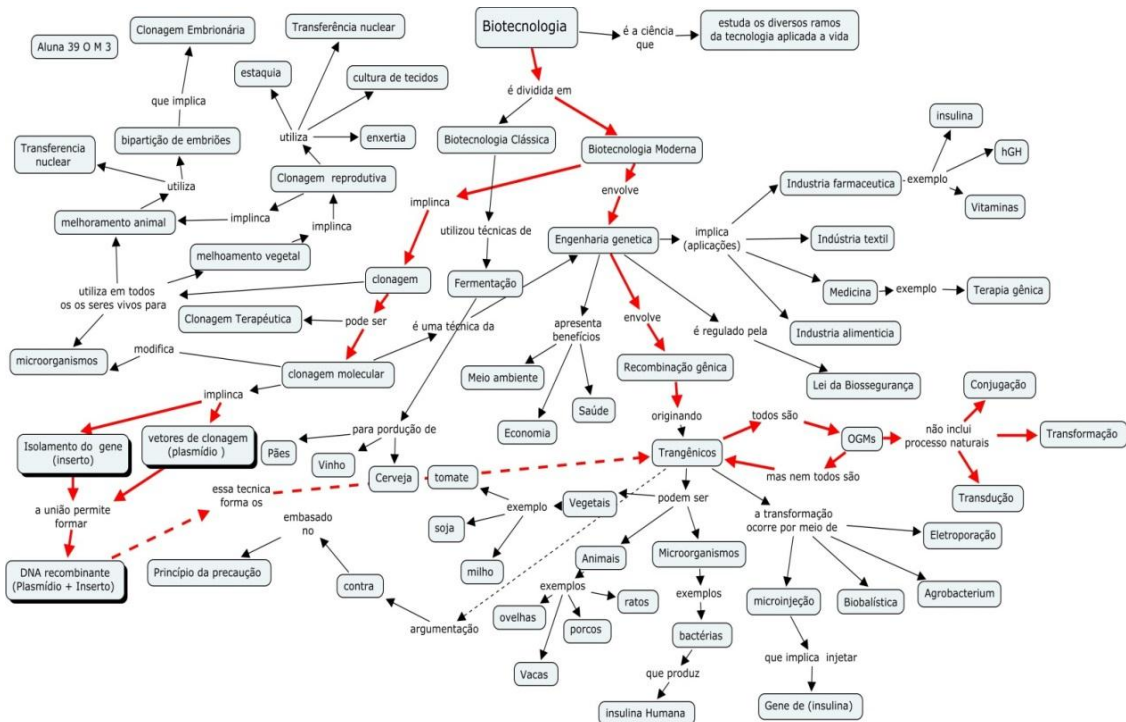


Figura 4: Mapa conceitual construído no terceiro momento da pesquisa, pelo aluno 39OM3

Fonte: Elaborado pelo aluno 39OM3.

Entretanto, nos mapas conceituais, apenas os estudantes 4FM3, 5FM3, 6FM3, 9FM3, 25FM3, 31FM3, 33FM3 e 39FM3 avançaram para além de todos e alguns, chegando à elaboração de nenhum – ou seja, eles admitem que os organismos que se originam por processos naturais (conjugação, transdução, transformação) não são considerados OGM. Vejamos exemplos dessas implicações: “OT todos são OGM. OGM nem todos são OT. OGM inclui OT e organismos não transgênicos, como aqueles que tiveram um gene deletado. OGM não inclui processos naturais como transformação e conjugação, que é troca de plasmídeo entre bactérias” (aluno 9FM3).

Observaram-se também transformações no sistema de relações quando comparados os mapas 2 e 3 dos sujeitos pesquisados. Essas modificações são percebidas pela inclusão e/ou exclusão de: a) Implicações Significantes; b) Exemplos; c) Atributos; d) Integrações e Diferenciações.

Em relação à Implicação Significante, pode-se observar, nos mapas conceituais, sua exclusão e inclusão. Os sujeitos incluem: “OGM, mas nem todos são OT” (13FM3); “OGM alguns são OT” (42OM3); “OGM não inclui processos naturais tais como transdução, conjugação e transformação” (aluno 9FM3); “OGM tem como exemplo *Flavr savr*” (aluno 33OM3). Ou também excluem: “OT têm como exemplo tomate *Flavr savr*” (aluno 33OM3); “OT têm como exemplo o camundongo *knockout*” (aluno 46OM3). Assim, a inclusão de palavras de ligação (ou frases verbais) como “todos são”, “mas nem todos são”, “alguns” conduz à quantificação das extensões. Transformações similares foram observadas nos mapas de todos os sujeitos pesquisados.

Constatou-se, também, um aumento significativo na caracterização (AT) dos OT e OGM, o que contribui para a diferenciação da classe dos OGM. Por exemplo: “Transgênico é gerado através da transgenia. Transgenia é a incorporação de genes de outra espécie” (aluno 42OM2); “Organismo transgênico possui gene de outro ser vivo” (aluno 6FM2);

ou mesmo: “OGM pode ser por deleção, modificação e adição, a deleção não gera transgênicos, a adição de um gene exógeno gera os transgênicos” (aluno 33OM3).

Por outro lado, no tocante às ID, pode-se perceber, nos mapas conceituais de todos os sujeitos, uma diferenciação progressiva. Essas ocorrem via assimilações recíprocas dos subsistemas (biotecnologia moderna, engenharia genética, tecnologia do DNA recombinante, OGM, OT) em uma totalidade (Biotecnologia). Assim, a Biotecnologia divide-se em biotecnologia moderna e biotecnologia clássica. A primeira utiliza a engenharia genética, também chamada de tecnologia do DNA recombinante, que origina os OT, onde todos são OGM. Mas nem todos OGM são OT.

Em síntese, essas análises permitiram que as relações entre todos, alguns e nenhum fossem agrupadas, a partir da categoria TAN, em três níveis distintos, conforme caracterizado na Tabela 1, onde também aparece a distribuição dos sujeitos pelos três níveis, em cada momento da pesquisa.

Tabela 1: Caracterização dos níveis e classificação dos doze sujeitos pesquisados, por nível, na categoria TAN, em cada momento da pesquisa.

Nível	Caracterização	Sujeitos
I Momento		
Nível I	No tocante à regulação de todos, alguns e nenhum, o sujeito não chega à quantificação das extensões. Para esses sujeitos, OT é o mesmo que OGM, e se restringe a plantas ou alimentos geneticamente modificados.	4FM1, 5FM1, 6FM1, 9FM1, 10FM1, 13FM1, 25OM1, 31OM1, 33OM1, 39OM1, 42OM1, 46OM1
II Momento		
Nível IIA	No tocante à regulação de todos, alguns e nenhum, os sujeitos já consideram que OT podem ser micro-organismos, plantas ou animais, o que implica uma dimensão de generalização.	9FM2, 10FM2, 13FM2, 42OM2, 46OM2
Nível IIB	Há sujeitos que também chegam a admitir que todos os OT são OGM, mas ainda não admitem que nem todos os OGM são OT.	4FM2, 5FM2, 6FM2, 25OM2, 31OM2, 30M2, 39OM2.
III Momento		
Nível III A	No tocante à regulação de todos, alguns e nenhum, em relação às imbricações entre OT e OGM, os sujeitos já chegam a uma quantificação positiva e negativa, admitindo que todos os OT são OGM, mas que nem todos os OGM são OT.	10FM3, 13FM3, 20M3, 46OM3
Nível IIIB	Além de chegarem à regulação de todos e alguns, também reconhecem o nenhum: os organismos que se originam por processos naturais – conjugação, transdução e transformação.	4FM3, 5FM3, 6FM3, 9FM3, 25FM3, 31OM3, 33OM3, 39OM3

Fonte: Dados da pesquisa

Frequência e discussão dos resultados estatísticos do questionário e dos mapas conceituais

Em relação ao questionário, aplicado apenas no primeiro momento da pesquisa com intuito de levantar os conhecimentos prévios dos sujeitos, observa-se que 97,8 % dos sujeitos estabelecem poucas relações, considerando OT sinônimo de OGM, e, para 91,3%, OT se restringem a plantas e alimentos geneticamente modificados, como soja, milho e tomate. Já 2,2% dos sujeitos, ao confeccionar o texto, conseguem estabelecer mais relações, o que representa um avanço, mas ainda consideram OT sinônimo de OGM. Por outro lado, 8,7% avançam nas respostas por considerarem que OT, além de plantas, podem ser micro-organismos. Entretanto, o único exemplo citado é a insulina humana (Tabela 2).

Tabela 2: Distribuição de frequências do questionário.*

	Implicação Local	Implicação Sistêmica	Implicação Estruturante
Questão 4	97,8%	2,2%	-
Questão 6	91,3%	8,7%	-

Nota: * A distribuição da frequência nessas questões mostrou significância estatística de $P < 0,05$ segundo o teste de qui-quadrado.

Em resumo, pode-se dizer que, em relação à questão investigada no questionário, 100% dos alunos não apresentam a quantificação das extensões em relação aos conceitos de OT e OGM.

Na análise dos mapas conceituais, pretende-se responder ao seguinte questionamento: (a) Podemos fazer uma projeção da análise diacrônica, realizada com os doze sujeitos, na categoria TAN, para os 46 sujeitos desta pesquisa? Constatamos que essa projeção é possível, mas, para isso, foi preciso esmiuçar as construções dos mapas conceituais, nos três momentos da pesquisa, estabelecendo uma evolução das relações mais significativas sobre o conceito de OT e seus imbricamentos com OGM.

Vejam a tabela 3. Em relação ao conceito de OT, observa-se que 100% dos sujeitos, no mapa 1, consideram OT sinônimo de OGM e restrito a vegetais, alimentos ou sementes geneticamente modificadas, tendo como exemplos o milho, a soja e o tomate, o que está de acordo com o questionário também construído no primeiro momento da pesquisa. Apenas 6,5% dos sujeitos observam que os organismos transgênicos vão além de alimentos, podendo ser também animais ou micro-organismos. Entretanto, os únicos exemplos citados são: micro-organismos produtores de insulina humana, ratos, Chester e ovelha Dolly, sendo estes dois últimos inferências falsas.

Por outro lado, constatou-se, nos mapas 2 e 3, que 100% dos sujeitos já conseguem generalizar a transgenia como uma técnica que pode ser aplicada a vegetais, animais e micro-organismos, o que representa uma dimensão de generalização. Além disso, 76,1% (mapa 2) e 100% (mapa 3) chegam a elaborações mais sofisticadas ao admitirem que a transgenia pode ser aplicada a todos os seres vivos graças à universalidade do código genético.

Tabela 3: Frequência e percentagem da evolução das relações mais significativas sobre o conceito de OT e OGM presentes nos mapas conceituais (1, 2 e 3) dos sujeitos pesquisados.

Organismos Transgênicos e Organismos Geneticamente Modificados	Mapa 1	Mapa 2	Mapa 3
Todos, Alguns e Nenhum	(aluno/frequência %)		
Organismos Transgênicos (são, é o mesmo que, é igual) OGM.	46-100%	13-28,3%	0-0%
Organismos Transgênicos (pode ser, compreendem, são) micro-organismos	03-6,5%	46-100%	46-100%
Organismos Transgênicos (podem ser, compreendem, são etc.) vegetais/alimentos, sementes/têm como exemplos: soja, milho, tomate.	46-100%	46-100%	46-100%
Organismos Transgênicos (podem ser, compreendem, são) animais/têm como exemplos: Chester, ratos.	03- 6,5%	46-100%	46-100%
Transgenia (pode ser aplicada em todos, está presente em todos) seres vivos/reinos/graças à universalidade do código genético.	0-0%	35 -76,1%	46-100%
Organismos Transgênicos (são, podem ser, incluem) micro-organismos, animais ou vegetais.	0-0%	46-100%	46-100%
Todos os OT são OGM.	0 – 0%	35- 76,1%	46-100%
Nem todos os OGM são OT	0 – 0%	0 – 0%	46-100%
OGM não (são, incluem, implicam, englobam) processos naturais como conjugação, transformação, transdução.	0 – 0%	0 – 0%	46- 86,9%

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao quantificar o número de todos, alguns e nenhum nos mapas 1 e 2 e nos mapas 2 e 3 (Tabela 4) em relação aos OGM, foram obtidas as frequências por mapa analisado. No primeiro mapa conceitual, 100% dos alunos não apresentam a quantificação das extensões. No segundo mapa, 71,8% dos alunos atingem uma quantificação positiva, mas ainda não admitem uma quantificação negativa. Já no terceiro mapa, 100% dos alunos atingem quantificações das extensões. Além disso, 87% dos sujeitos chegam a elaborar o nenhum, ao admitirem que processos naturais, como conjugação, transformação e transdução, não se incluem na categoria de OGM. Esses resultados estão alinhados à análise diacrônica anteriormente realizada.

Por outro lado, procedeu-se também a uma análise estatística dos mapas conceituais, com o objetivo de responder a um dos questionamentos deste estudo: (b) Qual o TEP, a partir da média das diferenças das categorias e subcategorias comparadas, em diferentes mapas (1 e 2; 2 e 3) construídos por alunos, durante o semestre? Esta análise estatística parte de uma fundamentação teórica das práticas baseadas na epistemologia clínica e em evidências – segundo as quais os dados não devem ser computados apenas por significância, mas devem também ser interpretados pela magnitude de seus resultados (HAYNES et al., 2008).

Assim, para responder a esse questionamento, passamos a uma descrição da média e do desvio padrão dos mapas 1, 2 e 3, na categoria TAN e subcategorias (PCI, PCE, ISI, ISE, EX, ID e AT), ver tabela 4:

Tabela 4: Descrição da média e do desvio padrão dos mapas 1, 2 e 3.

Categorias e Subcategorias De Análise	Mapa 1 *	Mapa 2 *	Mapa 3 *
Todos, Alguns e Nenhum (TAN)	0 (0)	0,72 (0,45)	2,85 (0,35)
Palavras-Chave Incluídas (PCI)	0 (0)	42,52 (16,73)	58,37 (19,25)
Palavras-Chave Excluídas (PCE)	0 (0)	5,41 (2,47)	15,39 (8,62)
Implicações Significantes Incluídas (ISI)	0 (0)	29,26 (11,00)	43,20 (14,00)
Implicações Significante Excluídas (ISE)	0 (0)	5,37 (4,73)	12,98 (5,78)
Exemplos (EX)	2,80 (1,51)	2,98 (1,93)	9,24 (7,1)
Integrações e Diferenciações (ID)	0 (0)	19,04 (7,52)	40,28 (9,31)
Atributos (AT)	2,20 (1,42)	11,37 (4,33)	23,41 (4,29)

Fonte: Dados da pesquisa

Nota: * O primeiro valor de cada item corresponde à média e o desvio padrão está descrito entre parênteses.

Á partir do cálculo da média das diferenças, procedemos ao cálculo do TEP na categoria TAN¹¹ e subcategorias (PCI, PCE, ISI, ISE, EX, ID e AT). Na categoria TAN (TEP, 5,18, 95% intervalo de confiança [IC], - 4,33 a 6,04) teve um efeito bastante significativo. Esse efeito também foi observado nas subcategorias analisadas: PCI (TEP, 0,88, 95% intervalo de confiança [IC], - 0,44 a 1,30); PCE (TEP, 1,57, 95% intervalo de confiança [IC], - 1,09 a 2,03); ISI (TEP, 1,09, 95% intervalo de confiança [IC], - 0,64 a 1,52); ISE (TEP, 1,44, 95% intervalo de confiança [IC], - 0,97 a 1,89); EX (TEP, 6,26, 95% intervalo de confiança [IC], - 1,20 a 1,64); ID (TEP, 2,51, 95% intervalo de confiança [IC], - 1,94 a 3,03); AT (TEP, 2,79, 95% intervalo de confiança [IC], - 2,20 a 3,34) (Tabela 5).

Tabela 5 - Descrição da média das diferenças (MD) e cálculo do efeito padronizado (TEP) dos mapas 2 e 3.

CATEGORIA E SUBCATEGORIAS COMPARADA (MAPAS 2 E 3)	MD*	TEP (IC 95%) **	VALOR DO TESTE
Todos, Alguns e Nenhum (TAN)	2,13	5,18 (4,33 a 6,04)	8,83 (P< 0,05)****
Palavras-Chave Incluídas (PCI)	15,85	0,88 (0,44 a 1,30)	4,21 (P< 0,05)***
Palavras-Chave Excluídas (PCE)	9,98	1,57 (1,09 a 2,03)	7,54 (P< 0,05)***
Implicação Significante Incluída (ISI)	13,93	1,09 (0,64 a 1,52)	5,21 (P< 0,05)***
Implicação Significante Excluída (ISE)	8,26	1,44 (0,97 a 1,89)	9,02 (P< 0,05)****
Exemplos (EX)	6,26	1,20 (0,75 a 1,64)	6,56 (P< 0,05)****
Integrações e Diferenciações (ID)	21,24	2,51 (1,94 a 3,03)	12,03 (P< 0,05)***
Atributos (AT)	12,04	2,79 (2,20 a 3,34)	13,64 (P<0,05)***

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: * A média das diferenças representa a diferença entre a média das categorias dos mapas 2 e 3. ** O intervalo de confiança representa (com 95% de certeza) o intervalo no qual os dados podem ser generalizados à população original do estudo. *** Valor estatisticamente significativo, segundo o teste t para amostras independentes. **** Valor estatisticamente significativo, segundo de Mann-Whitney.

¹¹ Deve-se enfatizar que não foi possível realizar comparações entre os mapas 1 e 2, já que os sujeitos não utilizaram os quantificadores todos, alguns e nenhum - no primeiro mapa, pois consideravam OT sinônimo de OGM.

Calcular o TEP (ou a magnitude) dos resultados não implica que a tomada de consciência ocorreu de forma rápida e fácil. No processo, foi preciso superar os recalamentos cognitivos (resistências), cometidos pelos sujeitos. Entretanto, se é possível classificar, observam-se dois tipos de resistências: aquelas carregadas de afetividade e aquelas que estavam ligadas ao erro conceitual – com menos carga afetiva. As primeiras eram difíceis de serem mudadas – por exemplo, na discussão acerca da importância da transgenia para a humanidade, houve alunos de formação religiosa que se colocavam contra a tecnologia, pois consideravam que esta ia “contra as leis de Deus” (aluno 6FM3). Por mais que argumentássemos, mostrando a importância dessas novas descobertas para a humanidade, eles contra-argumentavam. Por outro lado, quando a resistência se relaciona ao erro conceitual, como na construção das relações entre OT e OGM, o aluno, ao entrar em contradição, percebia o erro e se corrigia.

Mas, afinal, o que significam estes resultados? A descrição dos níveis de conceituação, apoiada pelo cálculo do TEP, apresenta evidências de que a proposta pedagógica desenvolvida permitiu que o sujeito avançasse em extensão e compreensão, por meio de regulações e coordenações. O avanço em extensão se deu porque o aumento no número de implicações conduziu a quantificações e permitiu elaborações mais sofisticadas – como, por exemplo, o uso dos quantificadores todos, alguns e nenhum – e o avanço em compreensão, porque, quando caracterizam (atributos de) OT e OGM, os sujeitos passam a coordená-los entre si, em uma totalidade, o que conduz ao encaixamento entre eles.

Em síntese, os resultados apresentados demonstram uma aprendizagem significativa. Nas primeiras versões dos mapas conceituais, 100% dos sujeitos não utilizaram os quantificadores todos, alguns e nenhum (ver gráfico 1 – mapa 1). Na segunda versão dos mapas conceituais, 28,2%, ainda não utilizaram os quantificadores todos, alguns e nenhum, mas avançam em direção à generalização. Por outro lado, 71,8% dos sujeitos passam a utilizar o quantificador todos (ver gráfico 1 – mapa 2). Já na terceira versão do mapa, 13% dos sujeitos utilizam os quantificadores todos e alguns e 87%, além de utilizarem os quantificadores todos e alguns, chegam a elaborar o nenhum (ver gráfico 1 – mapa 3).

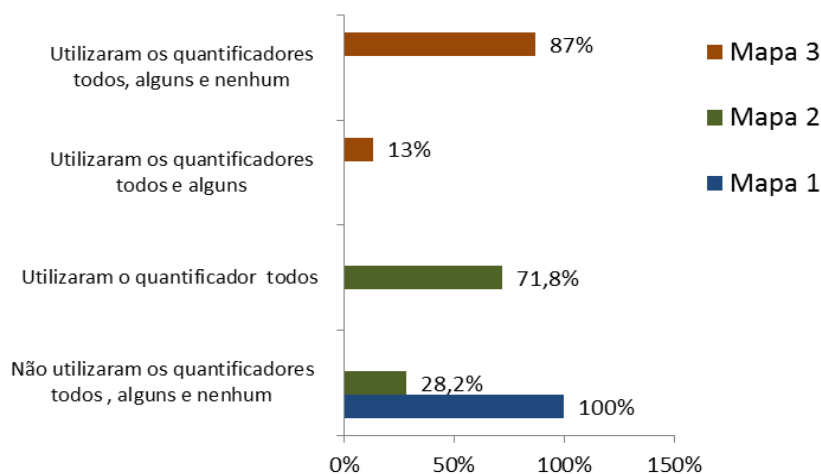


Gráfico 1: Frequência do uso dos quantificadores (todos, alguns e nenhum), nos mapa 1, 2 e 3 dos 46 sujeitos pesquisados.

Fonte: Dados da pesquisa.

Considerações Finais

Esta análise teve como objetivo responder aos seguintes questionamentos: (1) Quais os conhecimentos prévios de OT e OGM em graduandos recém-ingressos nos cursos de Fisioterapia e Odontologia? Como a análise de uma estatística inferencial, utilizando o teste de qui-quadrado, pode contribuir para generalização dos resultados do questionário? (2) Como se diferenciam as representações de OT e OGM elaboradas pelos alunos durante o semestre? (3) Qual o tamanho do efeito padronizado – TEP – da categoria e das subcategorias, comparadas em diferentes mapas (1 e 2; 2 e 3) construídos ao longo do semestre.

Em relação ao primeiro questionamento, os resultados indicam que todos os sujeitos pesquisados apresentam domínio de representação não estruturado acerca de OT e OGM - não chegam à quantificação das extensões. Por exemplo: diante de conhecimento novo, ainda recorrem ao raciocínio transdutivo (mais primitivo), de parte para parte, sem generalização, citando apenas exemplos específicos como soja, milho e tomate e não diferenciando OT de OGM.

Identificar essas representações pré-conceituais (conhecimentos prévios), ao mesmo tempo em que foi fundamental para o trabalho pedagógico, também serviu para traçar um panorama dos estudantes do ensino médio no momento de seu ingresso na universidade. Desse modo, ao empregar uma análise de estatística inferencial, utilizando o teste de qui-quadrado, pretendeu-se generalizar os resultados para cursos das áreas de saúde – Fisioterapia e Odontologia – da universidade. Além disso, diante de outros estudos (RODRIGUES, 2006; LOPES, 2006; ALVES, 2007; GUIMARAES, 2007; CARVALHO; GONCALVES; PERON, 2012), pode-se fazer uma projeção dessa realidade para o nível regional.

O uso e a análise dos mapas conceituais respondem ao segundo questionamento e permitem diferenciar níveis e subníveis (I, IIA, IIB, IIIA e IIIB) conceituais que foram caracterizados na Tabela 1, no tópico anterior. A descrição destes níveis de conceituação apresenta evidências de que a proposta pedagógica desenvolvida permite que o sujeito avance em extensão e compreensão, por meio de regulações e coordenações. Assim, as representações dos sujeitos se diferenciam em: (a) uma representação pré-conceitual, com predomínio do pensamento transdutivo; (b) uma representação conceitual, com a compreensão da totalidade que ele chegou a construir; e (c) uma representação científica, com a compreensão e a extensão dos conhecimentos construídos em cooperação, mediante experimentos ou deduções, a partir de proposições verbais.

Por outro lado, o cálculo do TEP (Tabela 5) demonstra que os sujeitos fizeram um grande esforço adaptativo até chegarem à quantificação das extensões. Isso só foi possível porque: (a) ao afirmar uma classe, isso implica reunião de semelhanças em um todo A – como, por exemplo, o aumento no número de características (AT) de um conceito (OT e OGM) – e implica toda uma movimentação do sujeito ao incluir e/ou excluir (PC, IS, EX); além disso, (b) a reunião implica oposições ou diferenciações – por exemplo, A se opõe a A' : se A é OT, A' é não OT (*Flavr savr, Knockout*), e as diferenças entre as duas constitui a oposição; (c) a reunião de classes opostas engendra uma classe de categoria superior, ou seja, uma hierarquização (ID) : (A.A') → B, (d) de onde

$B \rightarrow (A \vee A')$: se $A = OT$, e $A' = \text{não OT}$, $B = OGM$; (e) a relação implica correspondências e diferenças conjuntas entre n conceitos; (f) as diferenças implicam correspondências parciais – por exemplo, dois subconceitos (OT e não OT) de um conceito maior (OGM), ainda são dois conceitos; e (g) as semelhanças implicam diversos graus crescentes, até um limite, que é a identidade pura.

As constatações feitas na análise se relacionam com o processo trabalhoso de superação de erros e resistências através de tomadas de consciência sucessivas. Para tanto, criou-se um ambiente de aprendizagem interativa. Assim, os debates e as discussões entre os alunos, sobre OT e OGM, instigados pelo professor, geraram desequilíbrio das convicções iniciais dos alunos e reequilibrações quando os argumentos de uns promoveram a reelaboração dos argumentos de outros. Um dos momentos a destacar nesse procedimento pedagógico foi a criação de um espaço de interlocução no qual o aluno analisa e discute coletivamente o seu mapa conceitual, o que propicia um enriquecimento mútuo de saberes.

A partir da análise feita, destacamos a importância da reflexão e das tomadas de consciência sobre as próprias conceituações para que o aluno tenha uma formação crítica em ciências. Para buscar esse objetivo acreditamos na necessidade de:

a) criar espaços interativos, nos quais o professor seja um instigador, criando situações de contradição para que os alunos possam superar as resistências e erros;

b) elaborar programas de aperfeiçoamento de professores, tanto em relação aos conteúdos específicos, como em relação às teorias pedagógicas;

c) Introduzir conteúdos biotecnológicos nos currículos do ensino médio, além de produzir e melhorar os livros didáticos e paradidáticos, de modo que tratem da temática de forma simples, clara e identificada com o público jovem;

d) conhecer e considerar os pré-conceitos (conhecimentos prévios) que os alunos trazem para sala de aula.

Por fim, a proposta pedagógica é inovadora porque apresenta uma metodologia diferenciada, que poderá servir de referência para área de pesquisa em educação em ciências. Os resultados podem servir de orientação aos professores para que revejam suas práticas pedagógicas, pois são demonstradas as etapas que conduzem aos níveis mais complexos de conceituação, fornecendo subsídios para o planejamento do seu trabalho, visto que os significados de biotecnologia que os sujeitos vêm construindo e sistematizando durante a trajetória escolar podem não estar se constituindo em direção ao conhecimento científico. Pressupõe-se, assim, que os níveis encontrados são necessários à conceituação de Biotecnologia. Pretende-se replicar esta pesquisa em diferentes contextos a fim de confirmar essas hipóteses.

Agradecimentos

A pesquisa relacionada a este artigo contou com o apoio financeiro do Programa de Pós-Graduação da UESB (Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia). Em especial, gostaria de agradecer aos professores: Augusto Schrank, Clarissa Golbert, Fernando Becker, Darli Collares, pelo carinho e incentivo. Aos colegas do NECAEA: Flávia Isaia

Pinheiro, Andreia B. Gallego, Cristiane Delagnesi. Suardi, Ana Maria Marcon, Stela Maris V. Farias, Silvana Corbellini e Fernando B. Freiesleben.

Referências

ALVES, J. B. **Biotecnologia e meio ambiente**: representações sociais de professores de ciências. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade de Mogi das Cruzes, São Paulo, 2007.

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

BRASIL. Lei n. 11 105, 24 de março de 2005. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal. **Diário oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 de março. 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm>. Acesso em: 8 abr. 2009.

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: Artemed, 2003.

CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de ciências e epistemologia genética**. São Paulo: Ediuoro, 2005. p. 50-57. (Coleção Memória da Pedagogia).

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.

CONTI, M. A. ; SCAGLIUSI, F. ; QUEIROZ, G.K.O ; HEARST, N. ; CORDÁS, T.A. Adaptação transcultural: tradução e validação de conteúdo para o idioma português do modelo da Tripartite Influence Scale de insatisfação corporal. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 503-513, mar. 2010.

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.

DURBANO, J. P.; PADILHA, I, Q.; RÊGO, T.; RODRIGUES, P. A; LAUREANO, M; ARAUJO, D. A . 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. **Caderno de Resumos...** Salvador: SBG, 2008.

DUTRA, I. M. **Mapas conceituais no acompanhamento dos processos de conceituação**. 2006. 136 f. Tese (Doutorado em Informática) – Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

FOGAÇA JÚNIOR, O. M. **A formação da noção de força corporal na criança**. 2009. 151 f. il. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual

Paulista Júlio de Mesquita Filho, Marília, SP, 2009.

GOMES, C. L. **As descobertas da astronomia à luz da teoria da abstração reflexionante de Jean Piaget**. 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

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

HAYNES, R. B.; SACKETT, D. E. **Epidemiologia clínica: como realizar pesquisa clínica na prática**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

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.

MONTOYA, A.O.D. ; MORAIS-SHIMIZU, A. MARÇAL, V.E.R ; MOURA, J.F.R . **Jean Piaget no século XXI**: escritos de epistemologia e psicologia genética. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011.

PARRAT-DAYAN, S. **Ciclo de Conferências**: Um Legado de Jean Piaget na Psicologia e na Educação: Uma Avaliação. Promovido pelo LAPED, Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, Brasil, abril de 2006.

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

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.

_____. **Evolução Intelectual da Adolescência à Vida Adulta**. Tradução de Tania Beatriz Iwaszko Marques e Fernando Becker. Publicado em inglês sob o título: Intellectual Evolution from Adolescence to Adulthood, pela Human Development, 15:1-12, 1992.

_____. **Fazer e compreender**. Tradução de Chrdstina Larroudé e Paula Leite. São Paulo: Melhoramentos, 1978a.

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

PIERUCCINI, R. do R. **Interação social e tomada de consciência das noções básicas de probabilidade em crianças do primeiro ano do ensino fundamental**. 2010. 279 f. il. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

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

SALADINI, A. C. **A educação física e a tomada de consciência da ação motora da criança**. 2006. 224 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, SP, 2006.

SALAMUNES, N. L. C. **Formação a distância e prática da alfabetização**: avaliação do impacto do uso de recursos informatizados no ensino de leitura. 2009. 321 f. Tese

(Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SAMRSLA, V. E. E. **A construção cooperativa de noções fundamentais de química.** 2007. 223 f. il. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

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

ZASLAVSKY, S. S. **Formação inicial de professores de história e a tomada de consciência das relações espaço-temporais.** 2010. 201 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

Submetido em novembro de 2015, aceito para publicação em março de 2016.

APÊNDICE A – Questionário aplicado nos cursos de fisioterapia e odontologia em uma universidade pública no sudoeste da Bahia.

QUESTÕES NORTEADORAS DO QUESTIONÁRIO

1. O que você entende por biotecnologia? Cite algumas contribuições para embasar sua resposta.
2. Podemos separar a biotecnologia da história do homem, considerando-a uma ciência atual? Justifique trazendo exemplos que possam embasar sua resposta.
3. Enumere alguns fatos que demonstram a importância da biotecnologia na vida do homem?
4. Faça um texto relacionado as palavras-chaves: biotecnologia, transgênicos, clonagem, enzimas de restrição, engenharia genética, tecnologia do DNA recombinante, produção de vinho, melhoramento de plantas, melhoramento de animais, clonagem molecular, OGM, agentes mutagênicos.
5. Marque as fontes nas quais são vinculadas informações que você conhece sobre o desenvolvimento da biotecnologia. Conforme a importância das fontes. Considere 1 nunca; 2 às vezes e 3 sempre.
 livros nacionais televisão livros internacionais cinema
 revistas nacionais colegas de trabalho jornais escolas
 rádio artigos científico bibliotecas internet
 cinema congressos e reuniões científicas outros.
6. O que são transgênicos? Cite alguns transgênicos que você já ouviu falar.
7. Em quais setores da sociedade os transgênicos são aplicados? E qual sua importância para vida do homem?
8. Você considera os transgênicos uma ameaça à saúde? Explique por quê?
9. Existem transgênicos que correm, pulam e nadam? Justifique sua resposta.
10. Você considera os transgênicos uma ameaça à biodiversidade? Explique por quê?
11. Você considera os alimentos transgênicos uma solução para fome no mundo? Justifique sua resposta.
12. Qual seu entendimento sobre o conceito de clonagem? Explique sua relação com a biotecnologia.
13. Faça um texto estabelecendo relações entre as palavras-chaves: clonagem, biotecnologia, reprodução assexuada, gêmeos univitelinos, engenharia genética, células tronco, ovelha Dolly, ovelha Polly, transferência nuclear, Wilmut, bipartições de embriões, clonagem terapêutica, melhoramento animal, melhoramento vegetal.