

BIOTECNOLOGIA SOB O ENFOQUE CTS: CONCEPÇÕES DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

RAQUEL DA SILVA CORRÊA¹, TATIANA GALIETA¹

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

<raqsc@ymail.com> <tatigalieta@gmail.com>

DOI: <<https://doi.org/10.21439/conexoes.v14i2.1470>>

Resumo. Nesta pesquisa são investigadas as concepções sobre Biotecnologia de licenciandos em Ciências Biológicas de uma universidade pública fluminense tendo como base o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Foi utilizado como instrumento de coleta de dados um questionário que foi respondido por 137 estudantes e analisados a partir de uma abordagem quantiquantitativa. Os resultados apontam que os licenciandos reconhecem nas disciplinas do núcleo pedagógico o principal espaço de discussão de temas relacionados à Biotecnologia sob o enfoque CTS. Ademais, quase a metade desses graduandos apresentou uma visão reducionista sobre os processos em Biotecnologia, reconhecendo apenas melhorias na qualidade de vida da sociedade em detrimento dos riscos oferecidos. Defendemos que discussões de temas de Biotecnologia em uma perspectiva CTS devem ser focadas também em disciplinas do núcleo biológico na formação inicial dos professores de Ciências Biológicas, a fim de formar profissionais capazes de contextualizar as relações CTS no cotidiano junto aos seus futuros alunos da Educação Básica.

Palavras-chaves: Biotecnologia. Ciência-Tecnologia-Sociedade. Formação de Professores.

Abstract. This research investigates the conceptions about Biotechnology of graduates in Biologic Sciences of a public university in Rio de Janeiro having the Science-Tecnology-Society (STS) studies as theoretical framework. It was used a questionnaire as a data collection instrument that was answered by 137 students and analyzed using a quantitative and qualitative approach. The results indicate that the students recognize in the disciplines of the pedagogic nucleus the main space of discussion of subjects related to Biotechnology under the STS approach. In addition, almost half of these graduates presented a reductionist view on Biotechnology processes, recognizing only improvements in the quality of life of society not pointing out the risks offered. We argue that discussions of Biotechnology topics in a STS perspective should also be focused on biological disciplines in the initial training of Biological Sciences teachers in order to train professionals able to contextualize STS relations in daily life with their future students of Basic Education.

Keywords: Biotechnology. Science-Tecnology-Society. Teacher Training.

1 INTRODUÇÃO

As atividades científicas e tecnológicas têm assumido, tradicionalmente, um caráter racionalista e sido pautadas em critérios de demarcação apenas internos, excluindo os fatores externos (sociais, políticos, culturais e econômicos). A ideia de que os conhecimentos científicos devem ser produzidos a partir de um método científico rigoroso (baseado na lógica e no empirismo) e de uma postura neutra dos cientistas ainda é predominante entre cientistas, tecnólogos e a população em

geral. Da mesma forma que a tecnologia é vista como restrita a um campo de atuação de profissionais que desenvolvem aparatos a serem avaliados tão somente por especialistas. Esta visão sobre Ciência e Tecnologia (CT) encontra-se alinhada ao que Cerezo (2004) denomina modelo linear de desenvolvimento, segundo o qual quanto mais produção científica, maior a produção tecnológica, aumentando a geração de riquezas para o país e, assim, acarretando o bem estar social. Tanto este modelo quanto os pressupostos de neutralidade e de tomada de decisão por especialistas têm sido questiona-

dos por epistemólogos críticos desde o início do século XX.

Esta sinalização está em consonância com os eventos que aconteceram durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) e aos que sucederam este período, os quais impactaram diretamente o ambiente e populações diversas ao redor do mundo. Ao final da década de 1960, diante das crescentes preocupações de agravamento dos problemas ambientais e do desenvolvimento de armas químicas e nucleares advindas dos avanços científico-tecnológicos, surgiu o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), cujos estudos começaram a questionar o modelo linear de desenvolvimento e a suposta neutralidade da CT e de seus protagonistas. Essas reflexões críticas não ocorreram somente na América do Norte, como também em todo o continente europeu e, concomitantemente, na América Latina com características próprias relacionadas ao que tem sido denominado PLACTS (Pensamento Latino-Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade) (CUTCLIFFE, 1990; DAGNINO; THOMAS; DAVYT, 1996; LINSINGEN, 2008).

O movimento CTS repercutiu, inclusive, na Educação Científica e Tecnológica, sobretudo na elaboração de currículos (da educação básica e de cursos de ensino superior) que permitissem a implantação de debates nas escolas e nas universidades sobre questões científicas e tecnológicas presentes na sociedade. No caso específico do ensino de ciências, deu-se início a uma vertente de estudos que pensavam a elaboração de propostas de reformulação curricular e estratégias didáticas que contemplassem a abordagem CTS (SANTOS, 2007). Nestes currículos, destaca-se a importância de discutir com os alunos os avanços da CT, contextualizando-as histórica e socialmente, com o intuito de levá-los a compreender as origens das motivações sociais, políticas e/ou econômicas que modulam as inovações científico-tecnológicas, além das questões éticas, ambientais e culturais envolvidas (PALÁCIO; OTÉRO; GARCIA, 1996).

No Brasil, as proposições de currículos de ciências com ênfase em CTS iniciaram somente na década de 1990, com a elaboração de trabalhos de conclusão dos cursos de pós-graduação e a publicação de artigos e livros sobre o assunto (FRACALANZA, 2006). Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Fundamental e do Ensino Médio (BRASIL, 1998; BRASIL, 2000) encontram-se menções ao enfoque CTS. Wildson Santos, um dos autores mais atuantes nesta vertente, reforça que o intuito central do ensino sob enfoque CTS na educação básica consiste em:

Promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SANTOS, 2007, p. 2).

No entanto, apesar da abordagem CTS constar nos PCN, o autor pontua que, na maioria das escolas, os conteúdos ainda são trabalhados com os estudantes de maneira descontextualizada do seu cotidiano e, por isso, o ensino de ciências continua sendo reduzido à memorização de nomenclaturas, classificação de fenômenos e resolução de problemas. Desta maneira, ele ressalta a relevância da abordagem CTS não apenas no nível da educação básica, como também no ensino superior, em cursos de formação de professores (SANTOS, 2007).

Trabalhos anteriores com professores de ciências (AULER, 2007; AULER; DELIZOICOV, 2006; SOUZA; PEDROSA, 2011) verificaram que a formação disciplinar dos futuros docentes é incompatível com a perspectiva interdisciplinar sugerida pelos estudos CTS, por contemplar temas tradicionais do currículo de ciências. Como a formação de professores nem sempre atende às novas exigências da educação científica pautadas na abordagem CTS, os educadores acabam por não se tornarem capazes de elaborar suas aulas em contextos diversificados, contemporâneos e contextualizados, voltados para a formação crítica dos alunos (FONTES; SILVA, 2004).

Como exemplo de campo de conhecimento composto por diversos desses contextos, ressaltamos a Biotecnologia. Na Antiguidade, antes do homem utilizar a denominação Biotecnologia¹, ele já a realizava em processos de fermentação como a produção de pães, bebidas alcoólicas e derivados lácteos, ou de compostagem, utilizada para aumentar a fertilidade do solo. Desde então, os avanços biotecnológicos têm beneficiado diversos setores da sociedade, tais como: a Medicina, a Pecuária e a Agricultura. Por outro lado, questões pertinentes são levantadas a respeito de seus impactos na sociedade e no ambiente, tal como a perda de biodiversidade em consequência do uso indiscriminado de herbicidas (GARCIA, 2006).

Por este motivo, debater com os alunos em sala de aula sobre temas como vacina, fertilização *in vitro*, clonagem, biocombustível e alimentos transgênicos é essencial para uma formação científica e tecnológica que permita a compreensão dos conteúdos re-

¹O termo "Biotecnologia" foi utilizado, pela primeira vez em 1919, pelo engenheiro húngaro Karl Ereky, referindo-se às atividades cujos produtos provinham da ação de organismos vivos em matérias brutas (AMÂNCIO; CALDAS, 2010).

lacionados, mas, sobretudo, o posicionamento frente a questões que envolvem embates éticos, políticos e culturais. Apesar de compreendermos que o desenvolvimento destes conhecimentos científicos e tecnológicos representam avanços para a sociedade, reconhecemos que são necessárias discussões que reflitam sobre as formas de como estes conhecimentos estão sendo usados e quais os possíveis impactos para a sociedade e o ambiente. Em sintonia com os estudos CTS, entendemos que os temas situados no campo da Biotecnologia envolvem questões éticas e que a produção e o consumo de determinados produtos científicos e tecnológicos não devem se sobrepor a princípios éticos, de maneira a comprometer o bem-estar social. Portanto, além de serem assuntos da área biológica, debates em aulas de ciências podem auxiliar na formação de alunos que necessitam de informações consistentes para fazer suas escolhas com consciência e responsabilidade sobre questões relativas à manipulação da vida (TIZIOTO; ARAÚJO, 2007) e à geração e comercialização de produtos diversos.

Considerando, então, a importância da discussão sobre as relações CTS na formação de professores de Ciências e Biologia, desenvolvemos uma pesquisa (CORRÊA, 2015) cujo objetivo central consistiu em investigar as concepções sobre Biotecnologia de licenciandos em Ciências Biológicas da Faculdade de Formação de Professores (FFP) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). No presente trabalho apresentamos um recorte desta pesquisa que diz respeito a três objetivos específicos, a saber: i) identificar, a partir da visão dos licenciandos, a presença de temas relacionados à Biotecnologia no referido curso; ii) mapear as temáticas que os licenciandos entendem como sendo próprias do campo da Biotecnologia; iii) perceber como os licenciandos avaliam os impactos da Biotecnologia sobre a sociedade.

2 METODOLOGIA

A pesquisa de caráter quantiquantitativo foi realizada com estudantes de turmas do 1º ao 7º período de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas que é composto por 8 (oito) semestres. Por não se encontrarem realizando disciplinas obrigatórias no último período, os licenciandos do 8º período não foram considerados para integrarem o grupo de sujeitos da pesquisa. A pesquisa teve a participação voluntária de 161 licenciandos, do total exato de 302 estudantes matriculados regularmente nesse curso no segundo semestre de 2014, de acordo com a secretaria do curso.

O período da coleta dos dados ocorreu entre setem-

bro e outubro de 2014 e esta foi realizada através de um questionário semiestruturado composto por três perguntas fechadas e três abertas; das seis questões, duas fechadas foram elaboradas a partir de assuntos inseridos na temática de Biotecnologia presente em reportagens divulgadas na mídia televisiva e em jornais eletrônicos. Do total de 161 questionários coletados, 137 foram analisados e seus dados computados. Os 24 questionários desconsiderados foram preenchidos por alunos que não se enquadravam como sendo do 1º ao 7º período, uma vez que, alguns estudantes já tinham ultrapassado o tempo de 7 períodos do curso e estavam cursando a disciplina por não ter pré-requisito. Além disso, outros graduandos não preencheram o questionário conforme o enunciado das perguntas.

O questionário, como instrumento de coleta de dados, nos permitiu desenvolver uma pesquisa com caráter tanto qualitativo como quantitativo. Para a quantificação dos perfis de respostas nas seis questões do questionário, desenvolvemos planilhas no programa Office Excel (Planilhas não mostradas), a fim de organizar e obter uma melhor interpretação dos resultados. Com os resultados dispostos nas planilhas, os gráficos e as análises estatísticas dos dados foram realizadas no programa GraphPad Prism versão 5, e o teste utilizado para a análise foi o Kruskal-Wallis, não-paramétrico para valores não pareados (HOLLANDER; WOLFE, 1973). A partir dos dados quantitativos realizamos uma análise interpretativa de cunho qualitativo de cada uma das respostas baseada nos autores a que fazemos referência para discutir os resultados do presente trabalho.

No presente trabalho, focaremos nos resultados de quatro questões (três abertas e uma fechada) que estão relacionadas aos três objetivos específicos anteriormente enunciados. Na apresentação dos resultados, as quatro perguntas serão mencionadas conforme a numeração identificada na pesquisa original, ou seja, questões 3, 4, 5 e 6 (os resultados referentes à análise das questões 1 e 2 estão publicados em Corrêa e Galieta (2016)).

Salientamos que na questão 4 as respostas de 31 questionários não condiziam com a solicitação do enunciado, marcando um "X" nas alternativas e não seguindo o nível de gravidade de 1 a 5. Assim, o percentual desta questão não foi calculado sobre o total de 137, mas sim de 106 questionários com respostas válidas. Além disso, do total de 106 questionários validados na questão 4, um graduando não atribuiu o nível 2 de gravidade à nenhuma alternativa, e seis graduandos não atribuíram o nível 3 de gravidade à nenhuma alternativa. Dessa forma, a fim de não invalidar mais

questionários devido ao não cumprimento do padrão de resposta, optamos em calcular o percentual sobre o total de marcações do nível de gravidade e não sobre o total de questionários para não haver distorção de percentuais. Portanto, os níveis de gravidade 1, 4 e 5 possuem 106 questionários, já o nível de gravidade 2 possui 105 questionários, e o nível de gravidade 3 possui 100 questionários.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de 137 questionários analisados, a maioria dos licenciandos que constituíram nosso grupo de estudo era do sexo feminino com 78,10% (n = 107), enquanto que o percentual do sexo masculino foi de 21,90% (n = 30). A faixa etária dos estudantes, de ambos os sexos, variou de 17 a 49 anos e a média etária correspondeu a, aproximadamente, 21 anos.

Buscando alcançar o primeiro objetivo específico da pesquisa, **“identificar, a partir da visão dos licenciandos, a presença de temas relacionados à Biotecnologia no seu curso”**, elaboramos a questão 3 do questionário: “Você já cursou alguma disciplina na sua graduação que abordasse assuntos relacionados à Biotecnologia? Em caso afirmativo, liste o(s) nome(s) dessa(s) disciplina(s) abaixo”. Exclusivamente nesta questão, não computamos os dados do 1º período, uma vez que estes não tinham concluído nenhuma disciplina.

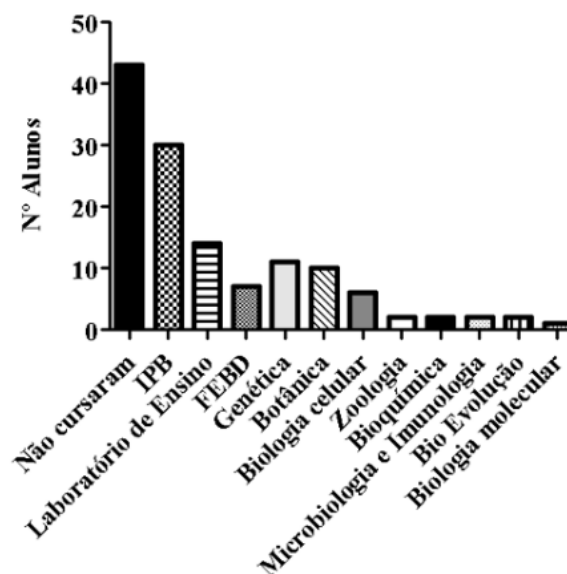
No Gráfico 1, estão relacionadas as disciplinas citadas pelos licenciandos nas quais eles identificaram a existência de temas de Biotecnologia.

Independente da análise estatística, pois comparando as disciplinas não houve diferença significativa, destaca-se o fato de existir um grande número (43) de licenciandos que não identificaram temas de Biotecnologia em nenhuma das disciplinas cursadas. Ao averiguarmos tais resultados (“Não cursaram”) separadamente em cada período, notamos que a ausência de relação de disciplinas com temas de Biotecnologia ocorre em todos os períodos.

As duas disciplinas mais frequentes nas respostas a esta questão foram: IPB (Introdução ao Pensamento Biológico) e Laboratório de Ensino. A disciplina de IPB, oferecida no primeiro período tem como objetivo:

Discutir as principais correntes filosóficas da ciência. Entender as diferentes visões da metodologia científica; Compreender o processo de construção e afirmação da Biologia enquanto ciência; Reconstruir a história da construção de importantes conceitos biológicos; Discutir os aspectos éticos da produção e utilização dos conhecimentos científicos, em geral, e biológicos, em particular (Introdução ao Pensamento Biológico).

Gráfico 1: Disciplinas cursadas pelos licenciandos nas quais foi identificada a existência de temas de Biotecnologia.



No eixo y, o número de alunos, e no eixo x, as disciplinas elencadas (IPB: Introdução ao Pensamento Biológico; FEBD: Fundamentos para o Estudo da Biodiversidade). Na análise comparativa entre as disciplinas, todos os valores foram $p = 0,4433$, logo, não foram significativos.

Ao consultarmos a grade curricular vigente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, percebemos que a disciplina Laboratório de Ensino é ministrada em quatro períodos, do 1º ao 4º. Como nem todos os respondentes especificaram a qual disciplina Laboratório de Ensino se referiam, buscamos os objetivos de todas elas. Conforme o ementário curricular do curso, estas disciplinas objetivam:

Compreender as questões de saúde, ambiente e sexualidade a partir de uma perspectiva histórica; analisar práticas e materiais didáticos envolvendo os temas educação ambiental, saúde e sexualidade no contexto da escola básica e de espaços educativos não-formais; produzir materiais e metodologias inovadoras para o trabalho com estes temas; elaborar projetos educativos para espaços escolares e/ou comunitários (*Laboratório de Ensino I*).

Compreender os processos de investigação próprios das Ciências Naturais; analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico desta área do conhecimento; analisar o processo de aprendizagem dos conceitos científicos por estudantes de várias faixas etárias; avaliar o papel desses conteúdos no currículo escolar dos diversos níveis de ensino; selecionar, avaliar, desenvolver e utilizar novas metodologias e materiais didáticos adequados ao ensino (*Laboratório de Ensino II*).

Compreender os processos históricos de construção do conhecimento biológico e suas implicações para o ensino de Biologia; analisar o processo de ensino-aprendizagem

de conceitos envolvendo os temas diversidade biológica e ecologia por estudantes de várias faixas etárias; avaliar o papel desses conteúdos no currículo escolar dos diversos níveis de ensino; selecionar, avaliar, desenvolver e utilizar novas metodologias e materiais didáticos adequados ao ensino (*Laboratório de Ensino III*).

Compreender os processos históricos de construção do conhecimento biológico e suas implicações para o ensino de Biologia; analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico nessa área do conhecimento; analisar os processos de ensino e aprendizagem de conceitos envolvendo os temas ser humano, genética e evolução na educação básica; avaliar o papel desses conteúdos no currículo escolar dos diversos níveis de ensino; selecionar, avaliar, desenvolver e utilizar novas metodologias e materiais didáticos adequados ao ensino (*Laboratório de Ensino IV*).

Dessa maneira, podemos inferir que os temas de Biotecnologia são utilizados pelos professores como exemplos para a contextualização dos conteúdos específicos de cada disciplina com os assuntos do cotidiano dos licenciandos. Fato este oposto quando comparado às disciplinas de conteúdos biológicos, como Genética, Botânica, Biologia Celular e as demais, mostradas no Gráfico 1. Contudo, faz-se necessário durante essas disciplinas que os docentes contextualizem o conteúdo curricular com as atividades realizadas no campo da Biotecnologia, a fim de informar aos graduandos sobre as interferências das atividades científico-tecnológicas na sociedade.

O segundo objetivo específico consistiu em **“mapear as temáticas que os licenciandos entendem como sendo próprias do campo da Biotecnologia”**. Para tanto, foram elaboradas as questões 4 e 5, cujos resultados seguem abaixo.

O enunciado da quarta questão foi: “Abaixo são apresentados assuntos que podem ser considerados problemáticos na área da biotecnologia. Em sua opinião, numere de 1 a 5, sendo 1 atribuído para o assunto de maior gravidade e 5 para o de menor gravidade”.

De acordo com os resultados, o aspecto considerado como sendo o de maior gravidade com 48,11% (51 marcações/106 questionários totais) foi a *“Ausência de ética em pesquisas e na indústria”*, possivelmente os licenciandos identificaram-se com os assuntos que avaliaram estar mais assiduamente ligados ao seu cotidiano. Os exemplos mencionados nesta opção constituem temas que estão em evidência em mídias televisivas e na internet, bem como, em seu universo acadêmico, sendo temas abordados nas disciplinas que eles mais citaram (Introdução ao Pensamento Biológico e as Laboratórios de Ensino I, II, III e IV).

Em seguida, a *“Pouca transparência e divulgação dos impactos das atividades biotecnológicas para a*

maior parte da população leiga no campo científico”, exemplificada por meio da campanha de vacinação contra o vírus HPV (papiloma vírus humano), em destaque nos meios de comunicação durante o ano de 2014, foram consideradas o aspecto de maior gravidade com 27,62% (29 marcações/105 questionários totais). Tal resultado, em conjunto com a primeira colocação, possivelmente se deve ao fato de que ambos os temas abordados interferem diretamente no dia a dia dos licenciandos e da sociedade como um todo, e a falta de ética e de transparência dessas ações fazem com que as pessoas não consigam tomar decisões por não compreender seus conceitos básicos.

Posteriormente, na terceira posição com 28% (28 marcações/100 questionários totais), encontra-se a *“Redução da biodiversidade devido às alterações gênicas em diversas espécies vegetais e animais”*. Acreditamos que a exposição do tópico “redução de espécies animais e vegetais” num curso de graduandos em ciências biológicas seja um motivo justificável para que esta alternativa tenha sido eleita entre os três assuntos classificados como de elevada gravidade.

Como penúltima opção com 24,53% (26 marcações/106 questionários totais), ficou o *“Investimento em pesquisas voltadas aos interesses políticos, econômicos e financeiros”*, eventualmente, por essas informações nem sempre estarem ao alcance ou não serem perceptíveis ao senso crítico da população. No entanto, a colocação desta opção pode indicar que a maior parte dos licenciandos não associa decisões políticas e econômicas às pesquisas desenvolvidas no campo da Biotecnologia. Isto revela que estes sujeitos não reconhecem as relações CTS implícitas em qualquer campo de conhecimento e, mais especificamente, na Biotecnologia.

E por fim, com 28,30% (30 marcações/106 questionários totais) a alternativa *“Pouca verba destinada às pesquisas para a cura de doenças negligenciadas as quais atingem em sua maioria populações de baixa renda”* foi a menos eleita em quinto lugar². Esta classificação nos leva a três possíveis interpretações. Inicialmente, porventura, nenhum dos respondentes deve ter tido conhecidos portadores ou nunca ter sido acometido por uma das doenças exemplificadas, a tuberculose e a doença de Chagas. Consequentemente, esta ausência ou o não conhecimento de um fato pode distanciá-los desta realidade. Uma segunda interpretação possível estaria relacionada a motivos socioeconômicos, ou seja,

²Esta opção teve 30 marcações e, apesar do alto percentual, foi escolhida como sendo a de menor gravidade, ou seja, na quinta colocação. Já a opção de “Investimentos em pesquisas” obteve 26 marcações, porém, era sinalizada em penúltimo (4) lugar conforme a gravidade.

Tabela 1: Resultados da questão 4 ordenados de acordo com a colocação pelo quantitativo de marcações dos licenciandos.

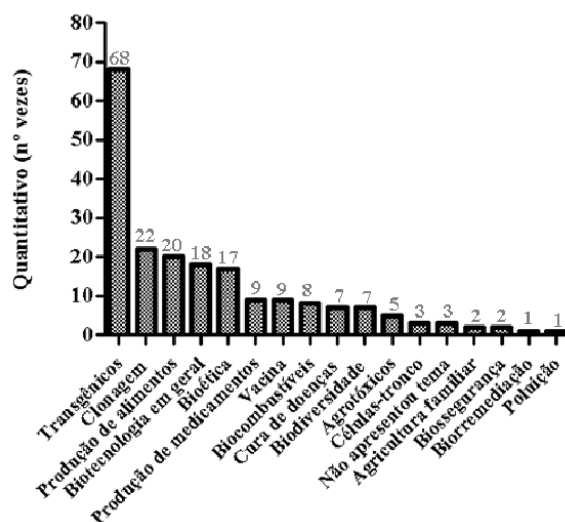
| Ordem de Gravidade | Alternativas |
|--------------------|--|
| 1 | Ausência ética em pesquisas e na indústria (Ex.: a ocultação de compostos químicos, prejudiciais à saúde, em rótulos de produtos comercializados; o sacrifício de cobaias animais; o uso de agrotóxicos com riscos à saúde humana e de contaminação do solo). |
| 2 | Pouca transparência e divulgação dos impactos (positivos e/ou negativos) das atividades biotecnológicas para a maior parte da população leiga no campo científico (Ex.: vacinação contra HPV, neste ano de 2014, destinada às adolescentes do sexo feminino de 11 a 13 anos de idade). |
| 3 | Redução da biodiversidade devido às alterações gênicas em diversas espécies vegetais e animais (Ex.: cruzamento entre espécies vegetais transgênicas e não transgênicas; agrotóxicos que causam a seleção artificial de espécies de insetos). |
| 4 | Investimento em pesquisas biotecnológicas voltadas aos interesses políticos e econômicos, visando a lucratividade financeira com a venda de fármacos (Ex.: medicamentos curativos de doenças destinados apenas ao segmento social com alto poder aquisitivo). |
| 5 | Pouca verba destinada às pesquisas para a cura de doenças negligenciadas, como a tuberculose e a doença de Chagas, as quais atingem em sua maioria, populações de baixa renda. |

os licenciandos podem não se sentir inseridos na classe de populações de baixa renda mencionadas no enunciado. Finalmente, este resultado pode se dever à maioria dos graduandos não estabelecerem relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade por não associarem que os governantes podem não ter a preocupação em investir no controle da incidência de doenças que acometem principalmente populações pobres.

Já na quinta questão perguntamos: “Como futuro professor(a), em relação aos avanços científicos e tecnológicos, qual(is) tema(s) sobre Biotecnologia você considera prioritário(s) trabalhar com os alunos de ensino fundamental e/ou médio? Qual a importância desses temas?”. No Gráfico 2 abaixo estão ordenados, por ordem decrescente de preferência, os temas citados pelos licenciandos; vale ressaltar que muitos alunos citaram mais de um tema que abordariam durante suas aulas.

O tema mencionado com maior frequência pelos licenciandos (68 vezes) foi *Transgênicos*, seguido pelos temas *Clonagem* (22 marcações) e *Produção de alimentos* (20 marcações). Os demais temas que também envolvem a discussão CTS tiveram um quantitativo de marcações menos expressivo, como mostrado no Gráfico 2. As atividades em Biotecnologia são bastante amplas, entretanto, observamos que alguns temas (Transgênicos, Clonagem e Produção de alimentos) foram mais selecionados pelos licenciandos, talvez pelo fato destes serem mais enfatizados durante as discipli-

Gráfico 2: Preferência dos temas relacionados à Biotecnologia a serem abordados pelos licenciandos quando tornarem-se professores.



nas do núcleo biológico, já mencionadas, e pela mídia, assim conduzindo os alunos a não conhecerem outras atividades realizadas no campo da Biotecnologia.

Nem todos os licenciandos justificaram as escolhas pelos temas, porém, em todos os períodos encontraram-se 4 (quatro) pontos principais: I) informar à população; II) apresentar os prós e contras das atividades em Biotecnologia; III) contextualizar com o cotidiano dos

alunos; e IV) desenvolver o senso crítico nos alunos. A junção destes quatro objetivos sugere que os licenciandos pensam nos temas relacionados à Biotecnologia dentro de uma perspectiva CTS quando estes são considerados conteúdos de ensino. Pois, “informar a população” sobre os “prós e contras das atividades” desenvolvidas pela ciência e tecnologia - no âmbito da Biotecnologia - possibilita o “desenvolvimento do senso crítico nos alunos” tornando-os capazes de “contextualizar os impactos (positivos ou negativos) dessas atividades em seu cotidiano” e, conseqüentemente, permitem a tomada de decisões que afetam à sociedade. Tais justificativas estão em consonância com Cutcliffe (1990), quando este afirma que em uma sociedade democrática não apenas os representantes políticos, mas também os cidadãos comuns têm a capacidade de entender e se posicionar sobre diversos assuntos, expressando suas opiniões e tomando decisões bem fundamentadas. Para tanto, faz-se necessário que a educação científica seja abordada em uma perspectiva CTS de modo que as diversas classes sociais sejam alfabetizadas científica e tecnologicamente, ao compreenderem as atividades da CT em relação com seu contexto social.

O terceiro e último objetivo específico da pesquisa buscava “**perceber como os licenciandos avaliam os impactos da Biotecnologia sobre a sociedade**”, de modo que pudéssemos identificar a presença de uma visão reduzida ou ampliada das relações CTS no campo da Biotecnologia. Assim, elaboramos a questão 6: “Você considera que as atividades em Biotecnologia melhoraram e/ou pioraram a condição de vida da sociedade contemporânea? Por quê?”.

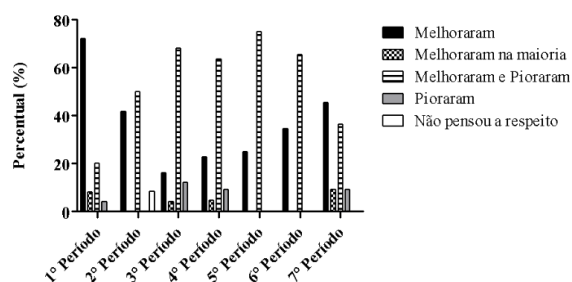
Nesta questão, a análise das respostas foi feita em três etapas. Na primeira etapa, identificamos os perfis de respostas (*Melhoraram*; *Melhoraram na maioria*; *Melhoraram e pioraram*, *Pioraram* e *Não pensou a respeito*). Na segunda, analisamos os resultados referentes a cada um dos períodos. E na terceira e última etapa, averiguamos as justificativas da escolha pelos perfis de respostas.

No geral, evidenciamos que 50 (36,50%) licenciandos opinaram que as atividades em Biotecnologia somente *Melhoraram* a condição de vida da sociedade; mais da metade deles, 75 (54,74%) reafirmaram que *Melhoraram e pioraram* expondo os pontos positivos e negativos dessas atividades para a sociedade. Aqueles que afirmaram que as atividades em Biotecnologia somente *Pioraram* a condição de vida da sociedade compreendem em 6 (4,38%), os que consideraram que elas *Melhoraram na maioria* das vezes foram 5 (3,65%) e 1 (0,73%) dos licenciandos *Não pensou a respeito* sobre

os benefícios e/ou malefícios das atividades em Biotecnologia para a sociedade.

Ao observarmos o Gráfico 3, que ilustra os perfis de respostas separadamente em cada período da graduação, notamos que os licenciandos do 3º ao 5º período foram os que menos responderam *Melhoraram* (3º período: 4 (16%), 4º período: 5 (22,72%), 5º período: 4 (25%)) e os que mais criticaram as atividades da CT a partir da sinalização de resposta *Melhoraram* e *Pioraram* ((3º período: 17 (68%), 4º período: 14 (63,64%), 5º período: 12 (75%)). Tal perfil de dados condiz com o fato dos estudantes destes períodos terem cursado recentemente disciplinas com a abordagem CTS (Introdução ao Pensamento Biológico, Laboratório de Ensino I, II, III, e IV), diferente dos períodos extremos (1º e 7º períodos).

Gráfico 3: Respostas sobre a interferência das atividades em Biotecnologia na condição de vida da sociedade contemporânea por período do curso.



No eixo y está o percentual, e no x os perfis de respostas correspondentes em cada período, do 1º ao 7º. P 0,05 (não significativo) entre os perfis de respostas em cada período. Programa GraphPad Prism, versão 5; Kruskal-Wallis: teste estatístico utilizado para a análise entre três ou mais grupo de dados (HOLLANDER; WOLFE, 1973).

Por fim, na terceira etapa de análise das respostas à Questão 6, focamos nas justificativas das respostas anteriormente mencionadas. Do total, 14 alunos não justificaram suas respostas. Apenas um dos licenciandos mencionou que “Não há interferência (nem positiva e nem negativa), pois a população não possui conhecimento sobre a Biotecnologia”. Na visão deste licenciando, os impactos das atividades da CT na sociedade só interferem quando a população tem compreensão do desenvolvimento das mesmas.

Os licenciandos que optaram pela resposta *Pioraram* (4,38%) utilizaram, basicamente, duas justificativas: “a Biotecnologia procura beneficiar um grupo restrito e a população pobre não se beneficia” e “houve aumento dos problemas de saúde da sociedade e ambientais através dos transgênicos e da monocultura”.

Já os licenciandos que assinalaram as opções *Melhoraram e Melhoraram na maioria*, justificaram-nas alegando que há melhoria na condição de vida da sociedade devido às atividades da CT como, por exemplo: “avançaram em pesquisas na melhoria da saúde, aumentando a expectativa de vida da população”; “ajudam os mais pobres”; “sempre procuraram contribuir para o bem-estar da sociedade”; “desenvolvem fármacos através de produtos naturais”; “reduzem os danos ao meio ambiente”; “aumentam a produção de alimentos auxiliando a redução da fome populacional”; “são desenvolvidas com consciência e transparência para os leigos”; “desenvolveram a biorremediação para a resolução de derrame de óleo no mar, os biocombustíveis, controle de pragas”; “aumentam o conhecimento da sociedade sobre Biotecnologia quando as notícias são transmitidas pela mídia” e que “resolvem problemas naturais e/ou criados pelo homem”.

A partir destas justificativas, notamos que os licenciandos relacionam a Ciência e a Tecnologia com a Sociedade, porém uma parcela significativa deles (um total de 40,15% quando consideramos as respostas *Melhoraram* (36,50%) e *Melhoraram na maioria* (3,65%)) possui, dentro da visão reducionista, uma perspectiva salvacionista da CT que se refere ao mito de que todos os problemas da sociedade podem ser resolvidos pelo desenvolvimento científico e tecnológico (AULER; DELIZOICOV, 2001).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa buscou identificar inicialmente, a partir da visão dos licenciandos, a presença de temas relacionados à Biotecnologia no curso de graduação em Ciências Biológicas da FFP/UERJ. Verificamos, com exceção das respostas daqueles que disseram que não tinham cursado qualquer disciplina, que os estudantes associaram temas de Biotecnologia com disciplinas pedagógicas, as quais se mostraram possivelmente mais favoráveis a debates em sala de aula. Dessa forma, é imprescindível que docentes de disciplinas do núcleo biológico também contextualizem o conteúdo curricular com as atividades desenvolvidas no campo da Biotecnologia, pretendendo formar discentes críticos sobre os impactos das atividades científico-tecnológicas na sociedade.

Também buscamos mapear as temáticas que os licenciandos entendem como sendo próprias do campo da Biotecnologia. Primeiro, a partir de cinco alternativas, os estudantes consideraram ser de maior dano à sociedade a “Ausência de ética na pesquisa e na indústria”. É provável que os exemplos mencionados

nesta opção constituam temas que os estudantes possuem contato nas mídias televisivas e na internet, bem como no ambiente acadêmico por serem abordados nas disciplinas referidas por eles. Em seguida, os discentes selecionaram como temas prioritários para trabalhar com seus futuros alunos, assuntos que são explorados em disciplinas do núcleo biológico e também pelas mídias. Acreditamos que a partir dessas fontes de apropriação de conhecimento, as abordagens usadas pelos futuros professores possam ter um discurso menos contextualizado e crítico, assim focado na técnica e nos benefícios da Biotecnologia. Consequentemente, tal influência pode limitar a variedade de suas práticas pedagógicas devido ao fato deles terem tido uma formação inicial que pouco explorou o espectro de atividades efetuadas pela Biotecnologia, bem como as relações CTS intrínsecas deste campo.

Por fim, buscamos perceber como os licenciandos avaliavam os impactos da Biotecnologia sobre a sociedade. Averiguamos que quase a metade dos graduandos apresentou uma visão reducionista sobre os processos em Biotecnologia ao responder que tais atividades “melhoraram” ou “melhoraram na maioria das vezes” a condição de vida da sociedade. Auler e Delizoicov (2001) enfatizam que a perspectiva salvacionista precisa ser criticada numa abordagem a partir do enfoque CTS a fim de auxiliar o estudante na construção de conhecimentos, habilidades e valores imprescindíveis para tomar decisões responsáveis sobre questões de CT na sociedade e atuar na solução dessas questões. Dessa forma, defendemos que discussões de temas de Biotecnologia em uma perspectiva CTS também devem ser levadas para a formação inicial dos professores de Ciências Biológicas, para que sejam preparados e capazes de estimular tais (des)construções sobre a natureza da CT e de suas relações com a sociedade junto aos seus futuros alunos da educação básica.

Finalmente, destacamos uma limitação desta pesquisa que se refere ao uso do questionário como instrumento de coleta de dados. Este, apesar de ter possibilitado alcançar maior número de licenciandos de um mesmo curso, conforme intencionávamos, possui um caráter impessoal limitando, assim, a ampla exploração das concepções dos respondentes. Dessa maneira, é de suma importância o desenvolvimento de novos estudos que superem esta limitação utilizando, por exemplo, entrevistas e observações de aulas ou análise de documentos (como, por exemplo, ementas de disciplinas) de modo a ampliar o escopo da presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AMÂNCIO, M. C.; CALDAS, R. de A. Biotecnologia no contexto da convenção de diversidade biológica: análise da implementação do art. 19 deste acordo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 125–140, 2010.
- AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)**, v. 1, n. 1, p. 1–20, 2007.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, SciELO Brasil, v. 3, n. 2, p. 122–134, 2001.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-tecnologia-sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 5, n. 2, p. 337–355, 2006.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais**. Brasília, 1998.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, 2000.
- CEREZO, J. A. L. Ciência, tecnologia e sociedade: o estado da arte na europa e nos estados unidos. In: SANTOS, L. W. e. a. (Ed.). **Ciência, Tecnologia e Sociedade: o desafio da interação**. Londrina: IAPAR, 2004. v. 1, n. 1, p. 11–46.
- CORRÊA, R. S. **Concepções de licenciandos em Ciências Biológicas sobre Biotecnologia em uma perspectiva CTS**. Dissertação (Especialização em Educação Básica - Ensino de Biologia) — Universidade Estadual do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2015. 46f.
- CORRÊA, R. S.; GALIETA, T. Concepções de licenciandos em ciências biológicas sobre biotecnologia em uma perspectiva cts. In: **XI Jornadas Latino-americanas de Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia**. Curitiba: ESOCITE, 2016.
- CUTCLIFFE, S. Cts: un campo interdisciplinar. In: MEDINA, M.; AIBAR, E. (Ed.). **Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública**. Barcelona: Anthropos Editorial, 1990. p. 20–41.
- DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. **REDES**, Universidad Nacional de Quilmes, v. 3, n. 7, p. 13–51, 1996.
- FONTES, A.; SILVA, I. **Uma nova forma de aprender Ciências: a educação em Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS)**. 1. ed. Porto: ASA, 2004.
- FRACALANZA, H. O ensino de ciências no brasil. In: FRACALANZA, H.; NETO, J. M. (Ed.). **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006. p. 126–152.
- GARCIA, J. L. Biotecnologia e biocapitalismo global. **Análise Social**, Instituto de Ciências Sociais, v. 1, n. 181, p. 981–1009, 2006.
- HOLLANDER, M.; WOLFE, D. A. **Nonparametric Statistical Methods**. 1. ed. New York: John Wiley & Sons, 1973.
- LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional cts: aspectos de um campo em consolidação na américa latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 1, p. 1–16, 2008.
- PALÁCIOS, F. A.; OTÉRO, G. F.; GARCIA, T. R. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. 1. ed. Madrid: Ediciones Del Laberinto, 1996.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas cts em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 1, p. 1–12, 2007.
- SOUZA, F.; PEDROSA, E. O enfoque cts e a pesquisa colaborativa na formação de professores em ciências. **Revista Aretel Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 4, n. 7, p. 24–33, 2011.
- TIZIOTO, P. C.; ARAÚJO, E. S. N. N. Biotecnologia e bioética nos livros didáticos. In: ANAIS DO VI ENPEC. **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007. v. 6, p. 1–11.