



## Temas controversos em ciência, tecnologia e sociedade: formação e competência docente

### Controversial themes in science, technology and society: training and teacher competence

**Rosemar de Fátima Vestena**

Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, RS  
rosemarvestena@gmail.com

**Noemi Boer**

Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, RS  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missoes, URI Santo Ângelo, RS noemiboer@gmail.com

**Nádia Maria Bohrer Scherer**

Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, RS  
nanabscherer@hotmail.com

#### Resumo:

Apresentam-se, neste artigo, os resultados de uma pesquisa realizada com professores da educação básica do município de Nova Palma, Rio Grande do Sul, Brasil. Objetiva-se apurar que temas controversos (TC) são relativos à Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) com os quais os professores manifestam maior competência em trabalhar em sala de aula. A pesquisa, de abordagem qualitativa, compreendeu 89 professores da educação básica, com formação, tempo e percursos profissionais variados. A coleta de dados foi realizada no primeiro semestre de 2014, no contexto de formação continuada. Para esta finalidade, utilizou-se um questionário contendo questões objetivas e dissertativas. Os resultados das questões objetivas foram representados graficamente e comparados com a literatura e as dissertativas foram analisadas pela técnica de análise de conteúdo, de Bardin (2004). Constatou-se que os TC, em que os professores manifestam maior competência de abordagem em sala de aula, são os de natureza socioambiental (água, aquecimento global, poluição, extinção das espécies e transgênicos), seguidos dos sociocientíficos (reprodução assistida, clonagem e paternidade duvidosa). Para obtenção de conhecimentos acerca de TC, os professores priorizam o livro didático, seguido por sites da internet. Portanto, pode-se inferir que as competências docentes relativas ao entendimento de TC repercutem no currículo escolar e na formação científica dos estudantes.

**Palavras-chave:** Questões sociocientíficas e socioambientais; competência docente; educação científica.

#### Abstract:

This article presents the results of a research involving basic education teachers from the municipality of Nova Palma, in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. The study aimed to identify which, among



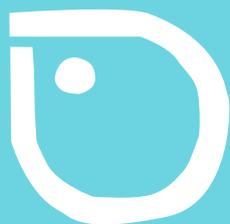
the controversial topics (CT) related to Science, Technology and Society (CTS), the teachers have shown greater competence to work with in the classroom. This study, following a qualitative research approach, investigated 89 basic education teachers with diversified training profiles, employment experience and career paths. Data was collected within a continuous education context by means of a questionnaire with direct and essay-like questions, during the first semester of 2014. Results from the direct questions were represented in graphs and compared to the existing literature, while the results from the essay-like questions were analyzed by means of content analysis following Bardin's perspective (2004). It was concluded that teachers showed greater competence in the in-class approach of the following controversial topics: socio-environmental issues (water, global warming, pollution, species and transgenic extinction) and social-scientific issues (assisted reproduction, cloning and dubious paternity). To enhance their knowledge of controversial topics, teachers prioritized the use of textbooks and websites. Therefore, it is possible to infer that teaching competences concerning the understanding of controversial topics does influence the school curriculum and the students' scientific training.

**Keywords:** Socio-scientific and environmental issues; teaching competence; scientific education.

### Résumé:

Dans cet article nous présentons les résultats d'un sondage auprès d'enseignants de l'éducation de base dans la ville de Nova Palma au Rio Grande do Sul - Brésil. L'objectif était de vérifier quels étaient les thèmes les plus controversés (TC) liés à la science, à la technologie et à la société (CTS) avec lesquels les enseignants montrent une plus grande compétence pour travailler en salle de classe. La recherche, de nature qualitative, est composée par 89 enseignants de l'éducation de base, avec une formation, temps et des parcours professionnels variés. La collecte des données a été réalisée au cours du premier semestre de 2014, dans le cadre de la formation continue. A cet effet, nous avons appliqué un questionnaire avec des questions objectives et argumentatives. Les résultats des questions objectives ont été présentés sous forme de graphique et comparés avec la littérature et les questions argumentatives ont été analysées en utilisant l'analyse de contenu de Bardin (2004). Nous avons constaté que les TC, dans lesquels les enseignants montrent une plus grande compétence dans l'abordage en salle de classe, sont les socio-environnementaux (l'eau, le réchauffement climatique, la pollution, l'extinction des espèces et les transgéniques), suivie par le social-scientifique (la reproduction assistée, le clonage et la paternité douteuse). Pour enrichir leurs connaissances sur les TC, les enseignants donnent priorité au manuel, suivi des sites Internet. Par conséquent, nous pouvons en déduire que les compétences des enseignants en ce qui concerne la compréhension des TC ont des répercussions dans le programme scolaire et dans la formation scientifique des étudiants.

**Mots-clés:** Questions socio-scientifiques et environnementales; compétences enseignants; éducation scientifique.



## Introdução

No Brasil, a formação de professores, na interface universidade-escola, passou a ser mais valorizada a partir das duas últimas décadas, em decorrência do que preconiza a Nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBN nº 9.394. O artigo 61 desta lei sinaliza para a capacitação em serviço, oportunizando práticas e ações pedagógicas voltadas à formação de professores (Brasil, 1996). Nessa perspectiva, a formação continuada atende tanto às políticas públicas que indicam esta necessidade quanto aos direitos e deveres dos professores universitários e da educação básica que buscam ampliar seus conhecimentos, melhorar o ensino e a formação dos alunos (Lopes & Pereira, 2011). Considera-se importante que essas propostas de formação sejam acompanhadas de pesquisa que possam descrever, analisar e avaliar os resultados dessas ações. Tardif (2010) entende que a pesquisa universitária em educação deve se apoiar nos saberes dos professores, a fim de compor um repertório de conhecimentos necessários à formação docente.

Quando se trata da formação do professor, as questões que envolvem ciência, tecnologia e sociedade (CTS) têm significado relevante para auxiliar o aluno a enfrentar as questões contemporâneas. Imersos neste universo, estão os temas controversos (TC) que são definidos como assuntos em que não há consenso a respeito dos mesmos. Envolvem juízo de valores que impossibilitam a sua resolução apenas por meio da análise das evidências ou experiências (Reis, 2007; Reis, Farias, Galvão, & Raposo, 2011; Reis & Galvão, 2005). Nessa categoria, estão incluídas questões que geralmente emergem dos avanços científicos e tecnológicos relacionadas à engenharia genética, à biotecnologia e nanotecnologia. Essas promissoras tecnologias têm gerado impactos sobre o ambiente, a sociedade e a economia. Nesse sentido, a discussão de temas vinculados aos progressos da CTS ajuda os alunos a compreenderem as situações sociais, científicas e conflitantes que normalmente são veiculadas pela mídia (Sadler & Zeidler, 2002). Podem ser utilizados, como método pedagógico, para se ensinar a pensar e avaliar, reformulando opiniões e crenças a respeito de temas polêmicos, como o uso ou não de células troncos embrionárias, reprodução assistida, indivíduos transgênicos, entre tantos. Também, podem sensibilizar os estudantes ao aprofundamento de conceitos científicos e procedimentos tecnológicos das áreas de conhecimento envolvidas (Barbosa & Lima, 2009; Silva & Carvalho, 2007).

Por outro lado, a formação inicial dos docentes por si só não dá conta dos avanços dos conhecimentos científicos e tecnológicos. Nesse aspecto, é relevante a atualização constante de professores, por meio de diferentes fontes, incluindo a formação continuada. Ensinar requer disposição e mobilização de conhecimentos que permitam lidar com situações não previstas, considerando que os indivíduos constroem seus conhecimentos em interação com a realidade socioambiental e com os outros indivíduos.

No exercício da profissão, os professores ficam mergulhados nos afazeres do cotidiano escolar deixando à mercê a formação continuada. Nesse sentido, Reis, Farias, Galvão e Raposo (2011) mostram que os professores precisam ser apoiados e envolvidos na construção de novas estratégias pedagógicas para atenderem às exigências educacionais. Disso decorre a compreensão de currículo escolar dinâmico, em que os professores passam a ser agentes da construção curricular. Diante do exposto, objetiva-se apurar quais os TC, relativos à CTS, que os professores da educação básica manifestam maior competência em trabalhar em sala de aula.



## Contextualização teórica

Em relação aos temas oriundos CTS, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1997); Diretrizes Curriculares Nacionais (Brasil, 2013) e as Bases Nacionais Curriculares (BNC) (Brasil, 2015) destacam a importância das escolas quanto à organização de tempo e espaço para incluir nos currículos propostas que discutam questões relativas ao impacto na sociedade dos produtos de natureza CTS. Essas orientações reforçam a necessidade de prover, nos estudantes, uma visão de mundo atualizada, por meio do entendimento de técnicas e princípios científicos, para superar a visão apenas utilitarista desses recursos e, em consequência, alcançar uma postura cidadã. Para isso, os documentos referendados sinalizam a necessidade da articulação interdisciplinar dos conteúdos escolares.

Contudo, apesar das iniciativas oficiais, a fragmentação do conhecimento ainda é uma prática frequente no contexto educacional. Para a superação dessa realidade, os documentos supracitados têm proposto a organização curricular por área do conhecimento, buscando agrupar e integrar os campos do saber em quatro áreas (línguas, matemática, ciências humanas e ciências da natureza). Apontam a interdisciplinaridade como princípio escolar e a contextualização como um dos principais recursos para efetivá-la. Assim, a interdisciplinaridade pode contribuir para a resolução de problemas pedagógicos e científicos, tanto novos quanto complexos, dentro de uma concepção de realidade, de conhecimento e de linguagem (Paviani, 2014). Observa-se, também, que a contextualização do conhecimento tem sido um dos caminhos mais viáveis para sensibilizar os estudantes. Kato e Kawasaki (2011) apontam que este recurso tende a valorizar os conhecimentos de senso comum dos estudantes, alinhando-os aos conteúdos formais sistematizados pela comunidade científica. A aproximação entre esses temas provoca o diálogo entre as diferentes áreas, atingindo a dimensão pessoal e sociocultural dos estudantes. Portanto, contextualizar o conhecimento não significa apenas exemplificar em que ele se aplica ou que situações ele explica, mas procurar mostrar que os conhecimentos existem como resposta às necessidades sociais (Brasil, 2013). Nesse ínterim, os TC podem ser utilizados na contextualização dos conteúdos escolares, visto que demandam aprofundamento teórico e conhecimento de questões atuais relativas à CTS.

Normalmente, os TC envolvem questões sem respostas e que dividem tanto a sociedade científica quanto a geral (Reis, 1997, Reis, 2007, Reis & Galvão, 2005; Zuin & Freitas, 2007). Muitas questões sociocientíficas, como os produtos transgênicos e os da nanotecnologia, são carentes de discussão ética e legal, e, por prometerem revolucionar os hábitos de consumo, podem trazer benefícios, mas também malefícios (Toma, 2009). Assim, os TC podem ser analisados segundo diferentes perspectivas e não conduzem a conclusões simples, pois correspondem, frequentemente, a uma dimensão individual, social, ambiental e econômica (Sadler & Zeidler, 2002).

De acordo com Silva e Carvalho (2007, p. 7), "os temas controversos possibilitam afastarmos-nos dos conceitos de harmonia, verdade absoluta, totalidade, determinismo, universo mecânico e neutralidade, normalmente presentes no discurso científico". Segundo esses autores, os TC induzem ao pensamento crítico, porque, em sua análise, retomam-se questionamentos relacionados às visões de mundo contemporâneo e suscitam o diálogo entre diferentes formas de saber.

No entanto, na educação escolar, o conhecimento científico, muitas vezes, é apresentado como coerente, objetivo, neutro e não problematizável, levando os estudantes a confirmarem como verdades absolutas (Cachapuz, Gil, Carvalho, Praia, & Viques, 2005). Assim, as divergências de



opiniões acerca dos TC revelam o envolvimento de diversos fatores na formação do pensamento crítico, como valores morais, estéticos, ecológicos, educacionais, culturais e religiosos. As práticas diárias dos cidadãos não são o reflexo direto dos conhecimentos científicos, mas, sim, o resultado da integração destes, com contextos específicos, opiniões e valores pessoais. Em uma sociedade democrática, a avaliação pública da ciência depende de indivíduos capazes de reconhecer o que está em causa numa controvérsia, de alcançar uma opinião informada e de participar de discussões, debates e processos de tomada de decisão (Reis, 2001, 2007). Portanto, educar, sintonizado com esta perspectiva, significa valorizar a dimensão controvertida da ciência e o valor da dúvida e do questionamento em seu interior (Barbosa & Lima, 2009).

Ao se trabalhar com TC no currículo escolar, não se quer apenas exemplificá-los ou estudá-los de modo pontual nas diferentes áreas do conhecimento e, sim, aprofundá-los a um nível de compressão científica que confira aos alunos a reflexão crítica e a responsabilidade social (Krasilchik & Marandino, 2010). Dessa forma, criar-se-ia um amálgama entre o conhecimento científico e a cultura (Santos & Mortimer, 1999). Entende-se também que o trabalho com TC não está restrito apenas a uma fase ou faixa etária de estudantes, mas, sim, pode-se estender a todos os níveis e modalidades de ensino em estágios crescentes de abordagem. Wood-Robinson, Lewis, Leach e Driver (1998), ao se referirem à formação científica, destacam três estágios a serem empreendidos no processo de ensino e aprendizagem: o prático, o cidadão e o cultural. Denominam 'prático', quando o aprendizado adquirido possa ser usado no cotidiano para resolução de problemas do dia a dia dos cidadãos. 'Cidadão' é aquele capaz de tornar os estudantes mais atentos aos impactos das ciências na sociedade, habilitando-os aos debates relacionados aos temas científicos. 'Cultural', quando a formação científica prioriza a realização humana, ampliando caminhos entre as culturas científicas e humanísticas.

Por outro lado, os TC por serem, na maioria, emergentes, quase sempre não foram abordados na formação inicial dos professores em serviço. Essa constatação reforça a necessidade da formação continuada e a constante cooperação entre as universidades e escolas. Por meio do trabalho conjunto e da integração entre professores universitários e da educação básica, podem-se produzir novos saberes profissionais e sinergias interpessoais, evocando mudanças educacionais como: melhoria da qualidade do ensino; aperfeiçoamento da competência profissional e pedagógica; incentivo à autoformação; orientação à prática investigativa e inovadora no contexto educacional; e, também, efetivar a progressão na carreira profissional, como se referem Lopes e Pereira (2011).

Em relação aos saberes docentes, Tardif (2010) destaca os que estão relacionados à formação profissional (das ciências da educação e da ideologia pedagógica); os disciplinares (das diferentes áreas de ensino); os saberes curriculares (núcleo estruturante da escola) e os saberes da experiência (adquiridos no exercício da docência ao longo dos anos). O autor também esclarece que, se os pesquisadores universitários querem produzir conhecimento, necessitam ir ao encontro dos docentes em exercício onde eles trabalham. Dessa forma, aflorariam os reais saberes da experiência, ou seja, como pensam, falam, atuam em sala de aula; como se apropriam dos conhecimentos; como os incluem nos programas escolares; e como os tornam mais plausíveis e frutíferos aos estudantes.

Imbernón (2006) aponta que a formação do professor, de qualquer etapa educativa, não pode permitir que as tradições e costumes de uma sociedade impeçam o desenvolvimento e a prática de uma consciência crítica nem que dificultem a geração de novas alternativas para uma melhora



na profissão. Portanto, refletir acerca dos saberes da experiência, incluindo os TC, corresponde a uma imersão no ambiente escolar tanto para buscar dados e informações como para provocar a **reflexão** a respeito desses temas. Consiste, também, na troca de experiências, na divulgação e apropriação de **técnicas**, métodos e inovações científicas de consenso ou dissenso na sociedade, preocupações que merecem ser trabalhadas nos currículos escolares.

## Metodologia

A pesquisa, de abordagem qualitativa, compreendeu 89 professores da educação básica, com formação, tempo e percursos profissionais variados. Dentre esses, 76 são mulheres e 13 são homens, com idade entre 20 e 64 anos.

A coleta de dados foi realizada no final do primeiro semestre de 2014, no contexto da formação continuada desses professores, e, na ocasião, participavam de oficinas pedagógicas. Para a coleta de dados, foi utilizado um questionário contendo dados sociodemográficos e 10 questões, 7 objetivas e 3 dissertativas, abrangendo diversos aspectos relativos a temas de natureza sociocientífica e ambiental. Neste artigo, foram analisadas uma questão objetiva, composta por nove itens para avaliar a competência do professor em relação aos temas listados, e três questões dissertativas, sendo que a última se constituiu em um espaço aberto destinado à complementação de respostas. Cabe ressaltar que a questão objetiva foi elaborada na escala Likert de cinco pontos. No entanto, como os dados ficaram concentrados nos extremos (1) mal, (2) pouco preparado, (4) bem, (5) muito bem preparado, para finalidade de análise, os dados foram reagrupados em duas competências docentes: não preparados e preparados.

Para os dados quantitativos, foi utilizada a estatística descritiva simples com cálculo de percentuais, e os resultados foram analisados a partir de duas categorias: temas controversos socioambientais (TCSA) e temas controversos sociocientíficos (TCSC). As questões dissertativas foram categorizadas e analisadas em base à técnica de análise de conteúdo, de Bardin (2004). Na apresentação de exemplificações, os professores são identificados pela letra P, seguido de um número.

## Resultados

Os resultados são apresentados por questões, seguidos de análise. Os dados da questão objetiva estão representados na tabela 1, reagrupados para análise em duas competências: *não preparados e preparados*.



Tabela 1. Demonstrativo da frequência e percentuais relativos à competência quanto aos TC.

Temas	Não preparados		Preparados	
	F	%	F	%
Eutanásia	36	40,44	53	59,56
Reprodução assistida	26	29,21	63	70,97
Clonagem	25	28,08	64	71,92
Paternidade duvidosa	25	28,08	64	71,92
Transgênicos	25	28,08	64	71,92
Problemas de água	09	10,11	80	89,89
Aquecimento global	09	10,11	80	89,89
Poluição ambiental	09	10,11	80	89,89
Extinção de espécies	22	24,71	67	75,29

(i) Categoria temas controversos socioambientais (TCSA): consideraram-se, nesta categoria, os itens referentes a problemas da água, aquecimento global, poluição ambiental, extinção de espécies e transgênicos.

Os dados mostram que os professores sentem-se melhor preparados para trabalhar os TCSA. Uma explicação possível se deve ao fato de que o tema água e outras questões relativas ao meio ambiente são conteúdos dos programas escolares de educação ambiental e constam nos livros didáticos; também devido às orientações oficiais para a educação brasileira que prevê educação ambiental em todos os níveis e modalidades de ensino, de forma contínua, sistemática e transversal ao currículo (Brasil, 1997, 1999, 2013).

Outro aspecto que pode demarcar um melhor preparo dos docentes para trabalhar com os TCSA pode estar relacionado à influência das divulgações midiáticas acerca das alterações do meio ambiente que ocorreram nas últimas décadas: aquecimento global, enchentes e estiagens, desmatamento, entre outras. Ainda, pelo fato de que determinadas comunidades escolares são atingidas por enchentes causadas pelo desmatamento, assoreamento dos rios e acúmulo de lixo em locais impróprios. A concentração de gás carbônico se manteve estável em cerca de 280 partes por milhão do ano 1000 ao ano 1900. No ano de 2004, chegou a 379 partes por milhão. Esse aumento de concentração vem elevando a temperatura na Terra, isso acarreta problemas ambientais, como mudanças climáticas, enchentes, degelo das calotas polares, entre outros (Angelo, 2008).

No entanto, convém refletir acerca do 'nível de preparo' dos docentes para tratar dos TCSA, pois estes devem estar alicerçados em estudos científicos e não abordados apenas de modo superficial, como, muitas vezes, são expostos em reportagens telejornalísticas. Defende-se que, para o ensino escolar, é necessária uma apropriação científica dos TCSA, em nível de alfabetização e que ultrapassasse o conhecimento básico de termos para se alcançar uma educação de qualidade.

Krasilchik e Marandino (2010) pontuam que o cidadão, quando alfabetizado no estágio nominal,



apenas reconhece termos específicos do vocabulário científico; no estágio funcional, possui uma compreensão parcial de algum tema em estudo; no estágio estrutural, domina as ideias básicas do processo e alcança o conhecimento científico; e, no estágio multidimensional, adquire a compreensão integral do significado dos termos e consegue relacioná-los com outras disciplinas ou áreas do conhecimento. Sendo assim, Temp (2014) defende que os professores deveriam utilizar referências científicas, isto é, artigos científicos e livros da área de formação, como fonte de conhecimento e pesquisa. Esses permitiriam o contato com o conhecimento mais atualizado, passíveis de fomentar metodologias mais adequadas e atualizadas do assunto a ser trabalhado.

Especialmente, em relação aos transgênicos, o fato de os professores se sentirem preparados (71,92%) não garante a devida apropriação científica do tema e, nesse sentido, poder-se-ia esperar maior insegurança, porque a formação inicial da maioria dos docentes esteve desassistida de conhecimentos de genética e de biotecnologia. Desse modo, estima-se que os docentes precisariam aprofundar estudos acerca da temática, para que não fossem abordados superficialmente e apenas ilustrativo. Citar produtos oriundos da transgenia e os impactos no ambiente desses produtos por si só não basta. A escola necessita, especialmente para os alunos do ensino médio, instigá-los a compreenderem a técnica da transgenia e os respectivos efeitos no ambiente e sobre os indivíduos em longo prazo. Também, outro foco da discussão está nos responsáveis pelas decisões acerca da pesquisa, uso de transgênicos e cuidados com a biossegurança (Krasilchik & Marandino, 2010). A preocupação com o processo de ensino-aprendizagem de ciências e a divulgação científica se justifica, conforme Lopes (1999, p.103), dessa forma:

*Não no sentido de que tenhamos uma formação enciclopédica, pretensamente capaz de nos fazer compreender todos os avanços da ciência. Mas, sim, de que estejamos formados em uma ideia contemporânea de ciência, pronta a se conceber capaz de mudanças e autoquestionamentos.*

Por outro lado, provavelmente, este é um assunto que pode ter gerado, nos participantes, identificação imediata, pois, em seu contexto agrícola, a maioria dos agricultores cultiva soja transgênica. Por esse motivo, os professores tendem a abordar, em sala de aula, temáticas relativas à transgenia.

No Brasil, nos últimos anos, houve o incentivo à produção de soja transgênica, o que gerou situações conflitantes tanto por parte dos agricultores como pelas Organizações Não Governamentais (ONGs), voltadas às questões ecológicas. Portanto, como são os professores que fornecem as bases científicas do que vem a ser uma transgenia, seus prós e contras, também são solicitados a se posicionarem diante de uma questão socioambiental, econômica e ética tão importante como essa. Segundo Bendlin, Senff, Pedro e Kolb (2014), no Brasil, o plantio de soja transgênica representa a maior parte do cultivo e atingiu quase 90% do total de soja cultivada na safra 2012/2013, estimando-se 27,46 milhões de hectares. Atualmente, 85% das terras agricultáveis do território brasileiro cultivam soja, ocupando o primeiro lugar na lista de exportação dos produtos do agronegócio do país e o segundo maior exportador, atrás apenas dos Estados Unidos. Ainda, segundo dados do Projeto Soja Brasil (2016), as estimativas de colheita de soja para o ano em curso devem ser de 100,6 milhões de toneladas, e a área plantada, entre 2016/2017, ampliar-se-á para mais 600 mil hectares. A produção de soja transgênica está em expansão no país porque que tem minimizado os custos das lavouras com agrotóxicos ampliando o lucro dos produtores.

Quanto aos transgênicos, a ação de incluí-los, no currículo escolar, alinha-se às Diretrizes Curriculares



Nacionais (Brasil, 2013) por orientarem que contextualizar não é apenas explicar a respeito de seu uso, mas, sim, mostrar que os conhecimentos existem como resposta às necessidades sociais. Por outro lado, TC, como os transgênicos, quando abordados em sala de aula, primam pela interdisciplinaridade, visto que possibilitam o diálogo com a vida pessoal e sociocultural dos envolvidos, dotando-os de um olhar científico da realidade e do mundo. Segundo Paviani (2014), dentre as funções da interdisciplinaridade, está a de resolver problemas pedagógicos e científicos de uma determinada realidade, conhecimento e linguagem.

(ii) Categoria temas controversos sociocientíficos (TCSC): esta categoria compreende os temas reprodução assistida, clonagem, paternidade duvidosa e eutanásia, embora se considere que este último tema seja também uma questão persistente no campo da bioética.

Os dados da pesquisa apontam que a maioria dos professores sente-se preparados para trabalhar os TCSC, o que pode estar relacionado a fatores sociais, pessoais e profissionais dos participantes. Pelo fato de demandarem conhecimentos específicos da área das ciências da natureza e suas tecnologias e questões das ciências humanas com ética, moral, bioética, aspectos legais, entre outros, a segurança dos profissionais, sob essa ótica, talvez possa ser argumentada. Frequentemente, são apresentadas situações pelos veículos de comunicação referentes à ética, como quebra de patentes de medicamentos e autorização para pesquisas com células tronco. Estas e outras questões merecem reflexão pelos cidadãos (Krasilchik & Marandino, 2010).

Quanto aos aspectos sociais e pessoais, por estarem mais relacionados à intimidade dos indivíduos ou por serem pouco comuns no cotidiano dos cidadãos, devido aos altos custos, como a reprodução assistida e o teste de DNA para a paternidade duvidosa, são menos mencionados. Outros temas, como a eutanásia e as células tronco-embrionárias, por gerarem conflito de ordem religiosa e por serem ilegais no Brasil, são considerados assunto tabu. Segundo Angelo (2008), não se pode esperar que uma célula tronco da pele se transforme em um neurônio, mas existem tipos de células que são como 'tábulas rasas' e podem se transformar em qualquer tipo de tecido; e a única entidade biológica que tem potencial de fazê-lo são as células embrionárias.

Para tanto, a primeira questão dissertativa consistiu em indicar e justificar qual o tema controverso mais desafiador para o professor em sala de aula. Os problemas relativos ao meio ambiente, citando poluição, problemas da água e aquecimento global, foram mencionados em 41 (46,06%) das respostas, como mostram os seguintes exemplos:

*Para mim o tema socioambiental é o mais desafiador. Minha escola fica situada em uma região essencialmente agrícola. A agressão ao meio ambiente é muito grande porque os agricultores visam o grande lucro e tirar o máximo que podem de sua pequena propriedade (P6).*

*Poluição em geral pelo fato de ser algo tão generalizado que acaba ficando difícil de fazer entender a proporção que está tomando (P10).*

*O meio ambiente devido a falta de conscientização em planejar tecnologias para diminuir a poluição (P88).*

*O socioambiental porque a cada dia surgem novas tecnologias e colocam em risco a vida do planeta (P81).*

*[...] a água potável está se esgotando por falta de cuidado do homem (P80).*



Esses depoimentos comprovam a análise da questão anterior (questão objetiva) de que os TCSCA são os que mais segurança dão aos professores, visto que envolvem problemas ambientais diretamente ligados às realidades das comunidades escolares. Este contexto sociocultural, provavelmente, tem demandado dos docentes a busca por maiores esclarecimentos via pesquisa, formação inicial e continuada. Segundo Krasilchik & Marandino (2010), para desenvolver a consciência dos atuais problemas dos cidadãos, em âmbito sistêmico, faz-se necessário buscar diferentes colaboradores para uma compreensão do papel da ciência no mundo contemporâneo, com uma visão interdisciplinar e com preocupações éticas e cidadãs, porém são tarefas que exigem envolvimento e ação. Questões que envolvem manipulação genética, como clonagem e células tronco, foram citadas por 10 (11,23 %) dos participantes, como temas mais desafiadores para se trabalhar em sala de aula. Já, a eutanásia foi citada 8 (8,89%) vezes. Servem de exemplo, respectivamente, as seguintes justificativas:

*Clonagem, pois sabemos dos benefícios que pode trazer à humanidade, mas é difícil aceitar (P83).*

*Ao ver uma pessoa com morte cerebral ou agonizando sem perspectivas de melhora, as pessoas pensam logo em acabar com tudo, mas se um "milagre" acontecer? Realmente, a eutanásia é um assunto muito desafiador (P77).*

Com base nas considerações, como o clone tem o mesmo material genético das células somáticas de um indivíduo, esta técnica possibilita a sua replicação. Isso, sem dúvida, tem sido vantajoso para áreas como a agropecuária, pois os indivíduos podem ser selecionados e clonados pelas suas características fisiológicas, como, por exemplo, uma vaca com boa produção de leite. Porém, infinitas são as controvérsias, pois a clonagem reprodutiva humana é proibida por lei em vários países, incluindo o Brasil (Angelo, 2008).

Ainda em relação a essa questão, foram identificadas 15 (16,85%) respostas em que os professores reforçam a ideia de não se sentirem preparados para trabalhar com TC; 13 (14,60%), com justificativas relacionadas a questões culturais, religiosas e outros fatores, e 2 (2,24%) professores não responderam. Esses dados e depoimentos também se alinham aos resultados da questão objetiva, uma vez que estes TCSC, por estarem menos presentes na comunidade escolar estudada, acabam despertando menor interesse dos docentes e dos estudantes. Por outro lado, os dados também apontam para a necessidade de maiores esclarecimentos a respeito dos TCSC, já que são temas desafiadores para se trabalhar no contexto escolar, pois envolvem questões pessoais, sociais, culturais, éticas e morais. Sem dúvida, demandariam dos docentes conhecimentos multidisciplinares oriundos da bioética, da biotecnologia e de legislações pertinentes (Sadler & Zeidler, 2002).

Na segunda questão dissertativa, foi solicitado que os participantes listassem os recursos utilizados na obtenção de conhecimentos acerca de TC. Os dados referentes aos três recursos mais citados encontram-se na tabela 2.

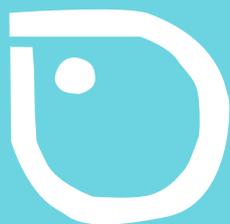


Tabela 2. Demonstrativo da frequência e percentuais relativos aos recursos citados pelos participantes para obter conhecimentos em TC.

Recursos	1ª opção		2ª opção		Outras opções		TOTAL	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Livro didático	26	29,21	21	23,59	18	20,22	65	73,03
Revistas	21	23,59	19	21,34	24	26,96	63	70,78
Sites Internet	16	17,97	21	23,59	21	23,59	58	65,16

Em número menor e em diferentes opções, foram citados os seguintes recursos: jornais, programas de TV, documentários, filmes, vídeos e outras mídias. Ainda, como forma de obtenção de conhecimentos em TC, a participação em cursos de formação continuada foi indicada 13 vezes e, em palestras, 12, o que mostra a importância desses trabalhos.

Observando os dados, a explicação mais provável está relacionada ao fato de que o Plano Nacional do Livro Didático disponibiliza, gratuitamente, livros em todas as áreas do conhecimento para alunos e professores da rede pública de educação básica brasileira. Os livros didáticos podem contribuir para uma prática pedagógica autônoma dos educadores e promover a busca, entre eles, por metodologias e concepções pedagógicas adequadas ao projeto político-pedagógico da escola e da rede de ensino. Por isso, espera-se que os educadores entendam que os materiais didáticos devem ser considerados materiais de apoio. Conforme Libâneo (2002), o livro didático é apenas um recurso em que os professores podem reforçar seus conhecimentos sobre um determinado assunto ou obter sugestões de como trabalhar determinada temática em sala de aula. Para os estudantes, serve de fonte de informação sistematizada e planejada para seu nível de escolaridade e faixa etária e permite que os alunos revisem os conteúdos trabalhados em sala de aula.

Assim, o uso dos livros didáticos pelos docentes necessita estabelecer a relação entre o que os estudantes compreendem sobre determinado tema e o que é ensinado pelo professor, para fazer com que os mesmos progredam na aprendizagem. Precisam garantir a veiculação de conceitos corretos e atuais, fornecer subsídios para o aprimoramento da prática docente e contribuir na organização das práticas educativas (Brasil 2009).

As manifestações dos professores, em relação à utilização de revistas de divulgação científica, como fontes de pesquisas, demonstram que os TC são oriundos de fontes e experiências diferentes e que nem sempre estão nos manuais didáticos. Também, pelo fato de esses conceitos e experimentos avançarem rapidamente. Assim, as revistas são uma das primeiras mídias a sistematizarem esses saberes, auxiliando a sociedade a compreender esses dilemas e desafios (Angelo, 2008).

Apesar de o município, em que a pesquisa foi realizada, não possuir Internet para todos, os professores a utilizam para se atualizarem e prepararem suas aulas. Porém, ao usarem a internet, necessitam saber como explorar as potencialidades dos softwares e atividades disponíveis para cada fase de aprendizagem (Prieto, Trevisan, Danezi, & Falkembabach, 2005). Essas fontes de pesquisa impõem mudanças profundas na ação docente, no perfil de competências do professor e suas atitudes perante a ciência e seu ensino (Reis, Farias, Galvão, & Raposo, 2011).



A terceira questão dissertativa se constitui um espaço para inclusão de informações complementares. Entre os 89 participantes, apenas 15 responderam. Entre esses, 8 (53,33%) reforçam a necessidade de formação a respeito de TC, conforme exemplificado:

*Acredito que capacitar professores para trabalhar com temas controversos em sala de aula é importantíssimo, uma vez que tem-se muitos conhecimentos equivocados e preconceitos sobre esses temas que são repassados aos alunos (P18).*

*Sou quase analfabeta em temas controversos, necessito de mais conhecimentos (P62).*

*Acredito que trabalhar temas controversos em sala de aula é desafiador e difícil, mas é algo necessário [...] à formação de cidadãos críticos e aptos a viver em sociedade [...] (P74).*

Percebe-se, pelos depoimentos dos 15 professores respondentes dessa questão, que a maioria solicita maiores esclarecimentos acerca dos TC. Provavelmente, porque, para abordá-los de acordo com a formação científica, requer maior capacitação. O exemplo dessa realidade lembra a questão dos transgênicos que, segundo Angelo (2008, p. 86), "para mergulhar na polêmica é preciso saber antes o que é um transgênico. [...] transgênicos ou organismos geneticamente modificados são plantas, animais ou microorganismos produzidos por meio da inserção de DNA recombinante em células germinativas". Ainda, quanto à necessidade de maiores esclarecimentos, a formação continuada, respaldada no artigo 61, da LDBN, prevê oportunizar aos docentes práticas e ações pedagógicas de forma sistemática ao longo de suas carreiras (Brasil, 1996). Justifica-se, neste sentido, a formação dos docentes em exercício por meio da cooperação entre universidade e escolas. Também, conforme Lopes e Pereira (2011), esses espaços de formação fazem emergir novos saberes, fomentando a melhoria da qualidade do ensino, uma vez que permitem o aperfeiçoamento da competência dos docentes e sensibiliza-os à autonomia na busca de práticas investigativas e inovadoras no contexto educacional. Entre as observações dos demais participantes, é relevante citar a seguinte:

*Outro assunto controverso trabalhado em sala de aula, em minha disciplina, é a origem da vida. A religião católica é bastante forte nesta cidade, por isso, os alunos apresentam opiniões diferentes sobre o assunto, trazem de casa, bastante forte a teoria do criacionismo (P31).*

O município de Nova Palma, onde foi realizada a pesquisa, possui cerca de 7000 habitantes e é constituído, na sua maioria, de descendentes italianos que emigraram para o local em 1878. Assim, suas comunidades foram organizadas em torno da religião católica que ainda é tida como a dinamizadora das atividades sociais e institucionais locais (Vestena, Sepel, & Loreto, 2015). Neste contexto, a maioria dos docentes e estudantes comunga de semelhante convicção religiosa. Assim, fica desconfortável aos professores abordarem temas que podem entrar em conflito com os dogmas católicos da comunidade escolar. Nesse sentido, defende-se que não se pode misturar a teoria evolutiva darwinista com interpretações bíblicas, pois as explicações religiosas não comungam da mesma vertente das explicações científicas, visto que as teorias científicas são mutáveis e passíveis de refutação, e os princípios religiosos são dogmáticos.



## Conclusões

Nesta pesquisa, objetivou-se apurar quais os TC relativos à CTS com os quais os professores da educação básica manifestam maior competência em trabalhar em sala de aula. Percebeu-se que, quanto à competência docente, os participantes sentem maior segurança em trabalhar os TCSA. Quanto aos TCSC, houve pouca variação em relação aos CTSA, tendo em vista que os professores também se sentem preparados em abordá-los no contexto escolar.

Na análise das questões dissertativas, identificaram-se algumas fragilidades quanto às competências de trabalhar os TC, incluindo também o uso de recursos para o preparo e atualização acerca dos mesmos. Isso sinaliza a necessidade de se investir na formação continuada de professores como direito e dever dos mesmos.

Como orientação prática para se trabalhar os TC, entende-se que seja necessário trabalhar dentro do princípio da interdisciplinaridade, utilizando-se o recurso da contextualização. Para o êxito dessa proposição, é necessário realizar uma busca de parcerias oriundas de diferentes áreas e contextos, como universidades, escolas, comunidades e famílias. Assim, os TC atuariam como embriões de novas descobertas e conexões entre as áreas do conhecimento.

Portanto, com base nas constatações da pesquisa realizada, é razoável inferir que dados semelhantes, a respeito de temas controversos relacionados à ciência, tecnologia e sociedade, podem ser identificados em outros grupos de professores. No entanto, não é possível fazer generalizações, tendo em vista as peculiaridades do grupo e do contexto sociocultural e ambiental em que esses professores atuam.

## Referências

- Angelo, C. (2008). *Ciências: dilemas e desafios*. São Paulo: Salesiana.
- Barbosa, L. G.D., & Lima, M. E. C. de C. (2009). A abordagem de temas controversos no ensino de ciências: enfoque das pesquisas brasileiras nos últimos anos. In *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (pp. 1-10). Florianópolis, SC, Brasil: ABRAPEC. Recuperado de <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/1500.pdf>
- Bardin, L. (2004). *Análise de conteúdo* (3.ª Ed.). Lisboa: Edições 70.
- Brasil, Conselho Nacional de Educação (1996). *Lei n. 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 23 dez. 1996.
- Brasil, Secretaria de Educação Fundamental (1997). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências*. Brasília, DF: MEC/SEF.
- Brasil, Casa civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos (1999). *Política Nacional de Meio Ambiente*. Recuperado de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm)
- Brasil, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (2009). *Livro didático*. Brasília: MEC.



Recuperado de <http://www.fnde.gov.br/index.php/pnld-pnla>

Brasil, Secretaria de Educação Fundamental (2013). *Diretrizes Curriculares Nacionais*. Brasília, DF: MEC/SEF.

Brasil, Secretaria de Educação Básica. (2015). *Base Nacional Comum Curricular*. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivospdf/volume3.pdf>

Bendlin, L., Senff, C. O., Pedro, J. J., & Kolb, N. B. (2014). Expectativas de retorno e de risco percebidos no agronegócio da soja convencional versus soja transgênica. In *Anais do XXI Congresso Brasileiro de Custos* (pp. 1 -16). Natal, RN, Brasil.

Cachapuz, A, Gil, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J., & Viques, A. (2005). *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez.

1. Kato, D. S., & Kawasaki, C. S. (2011). As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 17(1), 35-50.

Imbernón, F. (2006). *Formação docente e profissional: forma-se para a mudança e a incerteza*. São Paulo: Cortez.

Krasilchik, M., & Marandino, M. (2010). *Ensino de ciências e cidadania*. São Paulo: Moderna.

Libâneo, J. C. (2002). *Didática: velhos e novos tempos*. São Paulo: Edição do Autor.

Lopes, A. R. C. (1999). *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: EdUERJ.

Lopes, M. A. da C., & Pereira, M. D. F. C. (2011). Como as identidades configuram a formação: uma análise a partir da opinião de professores portugueses sobre efeitos da formação contínua. In C. M Guimarães, P. G. R. dos Reis, A. Akkari, & A. A. Gomes (Orgs.), *Formação e profissão docente* (pp. 34-59) Araraquara, SP: Junqueira & Marin.

Paviani, J. (2014). *Interdisciplinaridade: conceitos e distinções* (3.ª Ed. rev.) Caxias do Sul, RS: EducS.

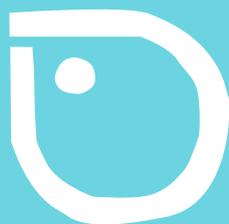
Prieto, L. M., Trevisan, M. do C. B., Danezi, M. I., & Falkembach, G. M. (2005). Uso das tecnologias digitais em atividades didáticas nas séries iniciais. *Novas tecnologias na educação*, 3(1), 1-11. Recuperado de

<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13934>

Projeto soja Brasil. (2016). Área de soja deve crescer 600 mil hectares em 2017. Recuperado de <http://www.projetosojabrasil.com><http://www>

Reis, P. G. R. dos (1997). *A promoção do pensamento através dos novos avanços na área da biotecnologia e da genética*. Dissertação de Mestrado. Lisboa: Departamento de Educação, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. Recuperado de <https://pt.scribd.com/doc/12656643/>

Reis, P. G. R. dos. (2001). O ensino das ciências através da discussão de controvérsias: realidade ou ficção? In B. D. Silva, & L. S. Almeida (Orgs.), *Atas do VI Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia* (pp. 367-379). Braga-Portugal: Centro de Estudos em Educação e Psicologia da Universidade do Minho. Recuperado de <http://pt.scribd.com/doc/12652338/>



- Reis, P. G. R. dos. (2007). Os temas controversos na educação ambiental. *Pesquisa em Educação Ambiental*, 2(1), p. 125-140.
- Reis, P. G. R. dos. (2009). Ciência e controvérsia. *Estudos Universitários*, 35(2) 9-15. Recuperado de <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/4615>
- Reis, P. G. R. dos., Farias, C. B. M. de., Galvão, C., & Raposo, A, S. M. S. F. dos S. (2011). Ligação escola-universidade: uma experiência de colaboração promotora do desenvolvimento profissional dos professores. In C. M. Guimarães, P. G. R. dos Reis, A. Akkari, & A. A. Gomes, (Orgs.), *Formação e profissão docente* (pp. 60-79) Araraquara, SP: Junqueira & Marin.
- Reis, P. G. R. dos., & Galvão, C. (2005). Controvérsias sócio científicas e práticas pedagógicas de jovens professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(2) 131-160. Recuperado de [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID126/v10\\_n2\\_a2005.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID126/v10_n2_a2005.pdf)
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2002). *The Morality of Socioscientific Issues: Construal and Resolution of Genetic Engineering Dilemmas* (pp.1-27). Recuperado de <http://faculty.education.ufl.edu/tsadler/construal.pdf>
- Santos, W.L., & Mortimer, E.F. (1999). A dimensão social do ensino de Química: um estudo exploratório da visão dos professores. In M. A. Moreira, & F. Ostermann (Orgs.), *Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (pp. 9-20). Valinhos, SP, Brasil: ABRAPEC. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iienpec/ATAS.pdf>
- Silva, L. F., & Carvalho, L. M. (2007). A temática ambiental e o processo educativo: o ensino de Física a partir de temas controversos. *Ciência & Ensino*, 1(número especial), s.p. Recuperado de <http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/download/152/105>
- Tardif, M. (2010) *Saberes docentes e formação profissional* (4.ª Ed.). Petrópolis, RJ: Vozes.
- Temp, D. S.(2014). *Genética e suas aplicações: identificando o tema em diferentes contextos educacionais*. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências - Química da Vida e Saúde. Santa Maria – Brasil: Universidade Federal de Santa Maria.
- Toma, E. H. (2009). *O Mundo Nanométrico: a dimensão do novo século* (2.ª Ed.) São Paulo, SP: Oficina de Textos.
- Vestena, R. F., Sepel, L. N., & Loreto, E. L. S. (2015). Construção do heredograma da própria família: uma proposta interdisciplinar e contextualizada para o ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 101-118. Recuperado de <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC>
- Wood-Robinson, C, Lewis, J., Leach, J., & Driver, R.(1998) Genética y formación científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1) 43-61.
- Zuin, V. G., & Freitas, D. de. (2007). A utilização de temas controversos: estudo de caso na formação de licenciandos numa abordagem CTSA. *Ciência & Ensino*, 1(2) Recuperado de <file:///D:/Downloads/136-902-1-PB.pdf>