



Educação Científica Crítica: As Contribuições de Especialistas da Área¹ Critical Scientific Education: The Contributions of Specialists in the Area

Denise de Freitas

Universidade Federal de São Carlos - Brasil
dfreitas2011@gmail.com

Alice Helena Campos Pierson

Universidade Federal de São Carlos – Brasil
ahcpierson@gmail.com

Juliana Cristina Correa

Universidade Federal de São Carlos - Brasil
correa.julianac@gmail.com

Tassya Hemília Porto Bernardo

Universidade Federal de São Carlos – Brasil
tassya.gomes@gmail.com

Joana Brás Varanda Marques

Universidade de Macau, Macau SAR, China
joanabvm@um.edu.mo

Resumo:

Esse artigo apresenta e discute parte dos resultados de uma pesquisa em desenvolvimento que tem como meta global construir uma ferramenta avaliativa que permita analisar práticas, materiais didáticos e processos educativos na educação básica e na formação de professores de ciências respaldada numa perspectiva de educação científica crítica e reflexiva. Assumindo o marco dos estudos CTSA e do Paradigma da Complexidade e apoiado no Método Delphi, o estudo contou com a participação de 37 especialistas, pesquisadores da área de educação em ciências da América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia) e Europa (Portugal e Espanha), que refletiram e se posicionaram sobre aspectos de uma educação científica crítica.

Especificamente, neste trabalho, daremos a conhecer como esses especialistas compreendem e dão significado à educação científica no momento atual e que aspectos agregam ao caracterizá-la nessa perspectiva; nomeadamente, em relação aos seus pressupostos, problemas, contribuições e desafios. Destaca-se a compreensão que eles têm sobre o longo caminho a ser percorrido para o desenvolvimento de uma educação científica crítica, considerando a permanente adoção de práticas tradicionais com abordagens de conteúdos específicos

¹ Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)



desarticulados e de interações limitadas com a vida dos estudantes. Os especialistas são unânimes ao considerar que a meta a ser alcançada por uma educação científica crítica é a participação política do estudante, a partir de uma compreensão da sociedade atual e do combate às diferentes formas de discriminação e desigualdades e a necessidade de um currículo interdisciplinar que priorize uma abordagem do conhecimento contextualizado a partir de sua problematização.

Palavras-chave: Educação científica crítica, Estudos CTS, Método Delphi.

Abstract:

This article presents and discusses the results of a research still in development that has as global goal to construct an evaluation tool that allows analyzing practices, didactic materials and educational processes in basic education and in the training of science teachers, supported in a perspective of critical and reflective scientific education.

Taking the framework of the STSE studies and the Complexity Paradigm, and supported by the Delphi Method, the study involved the participation of 37 specialists, researchers from the field of science education in Latin America (Argentina, Brazil, Chile, Colombia) and Europe (Portugal and Spain). These specialists reflected and gave their opinion on diverse aspects of critical scientific education. Specifically, in this work, we will show how these specialists understand and give meaning to scientific education at the present moment and what aspects are added to characterize it in this perspective; namely, in relation to their assumptions, problems, contributions and challenges. They emphasize their understanding of the long path to be taken in developing a critical scientific education, considering the permanent adoption of traditional practices with specific disaggregated content approaches and limited interactions with students' lives. The experts are unanimous in considering that the goal to be achieved by a critical scientific education is the student's political participation, based on an understanding of the current society and the fight against the different forms of discrimination and inequalities, and the need for an interdisciplinary curriculum that prioritize an approach to knowledge contextualized from its problematization.

Keywords: Critical Scientific Education, STS Studies, Delphi Method.

Resumen:

Este artículo presenta y discute parte de los resultados de una investigación en desarrollo que tiene como meta global construir una herramienta de evaluación que permita analizar prácticas, materiales didácticos y procesos educativos en la educación básica y en la formación de profesores de ciencias, respaldada desde una perspectiva de educación científica crítica y reflectante. Basada en el marco de los estudios CTSA y el paradigma de la complejidad y apoyado el método Delphi, el estudio contó con la participación de 37 expertos, investigadores del área de la educación en ciencias de América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colombia) y Europa (Portugal y España), que reflejaron y se posicionaron sobre aspectos de una educación



científica crítica. Específicamente, en este trabajo, daremos a conocer cómo estos especialistas comprenden y dan significado a la educación científica en el momento actual y qué aspectos agregan al caracterizarla en esa perspectiva; en particular, en relación con sus supuestos, problemas, contribuciones y desafíos. Se destaca la comprensión que tienen sobre el largo camino a recorrer para el desarrollo de una educación científica crítica, considerando la permanente adopción de prácticas tradicionales con enfoques de contenidos específicos desarticulados y de interacciones limitadas con la vida de los estudiantes. Los expertos son unánimes al considerar que la meta a ser alcanzada por una educación científica crítica es la participación política del estudiante a partir de una comprensión de la sociedad actual y del combate a las diferentes formas de discriminación y desigualdades, y la necesidad de un currículo interdisciplinario que priorice un enfoque del conocimiento contextualizado a partir de su problematización.

Palabras clave: Educación científica crítica, Estudios CTS, Método Delphi.

Introdução

As discussões e reflexões sobre as complexas interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade estão bastante presentes na literatura acadêmica da área de educação. No entanto, são reconhecidas as desarticulações dessas interações em contextos de ensino e de pesquisa, resultando em assimetrias na configuração de uma perspectiva CTS no campo educacional.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) apresentam duas ponderações sobre as formas de conceber essas interações. A primeira é a de que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia promove transformações na sociedade e isso se reflete em mudanças econômicas, políticas e sociais muitas vezes desejáveis, já que são apontadas como motores do progresso e possibilitam não somente o "desenvolvimento do saber humano, mas, também, uma evolução real para o homem" (p. 72). A segunda ponderação dos autores é que "pode ser perigoso confiar excessivamente na ciência e na tecnologia, pois isso supõe um distanciamento de ambas em relação às questões com as quais se envolvem" (p. 72) na sociedade. Seduzidos pelo avanço de novas tecnologias e pela sensação de conforto que os aparatos e dispositivos técnicos trazem, o desenvolvimento científico-tecnológico acaba ocultando interesses sociais, políticos, militares e econômicos inerentes a produção científica-tecnológica e que pode trazer riscos à população. Nesse sentido, defendem que a população deve ter condições de avaliar e participar das decisões que venham interferir no meio em que vive. Para isso, torna-se cada vez mais essencial que o sujeito ultrapasse o entendimento de conceitos estanques e seja um participante ativo nas decisões políticas e sociais.

Um caminho viável para formar sujeitos com atitudes participativas e engajadas nas temáticas da contemporaneidade é incluir debates sobre as questões da ciência e tecnologia no ensino escolar. Desse modo, as mudanças ocorridas nas políticas públicas educacionais, no século XXI, destacam a necessidade de desenvolver um ensino mais contextualizado e interdisciplinar e centrado em uma vertente de aprendizado mais progressista e participativa, de modo a focalizar cada vez mais a importância da formação crítica do ser humano (Barbosa & Bazzo, 2014).



Nesse contexto, considera-se que o ensino deveria propiciar ao sujeito uma “leitura crítica do mundo”, levando-o a refletir sobre sua própria condição diante dos desafios postos pela ciência e tecnologia. Ao assumir essa compreensão, se torna fundamental que se desenvolva uma postura que ultrapasse a aquisição de conhecimentos e informações e que se encaminhe para a construção de uma cultura de participação do sujeito na realidade em que se insere (Auler & Bazzo, 2001, p. 281).

Porém, para promover esse tipo de educação, não basta que os currículos escolares ampliem a quantidade de informações sobre as interações CTS. Um ensino a partir dessa perspectiva deverá propiciar ao aluno aquisição da capacidade de estabelecer relações e competências na resolução de problemas que envolvam aspectos ambientais, sociais e econômicos. Do mesmo modo, é desejável que haja um movimento de mão dupla no qual se tenha um tipo diferente de ciência e tecnologia que inclua a participação da sociedade em suas questões (González et al., 1996).

Para Auler e Bazzo (2001) esse movimento pressupõe que a inclusão de cidadãos na participação de decisões sobre a ciência e a tecnologia acaba por torná-las mais democráticas e menos tecnocráticas. Se por um lado a democracia pressupõe a *possibilidade de escolha entre vários caminhos*, por outro a *racionalidade tecnocrática sustenta e legitima o pensamento do caminho único*. Portanto, *“segundo essa lógica para cada problema existe uma solução que seria a mais tecnicamente otimizada”*, o que acaba por excluir das decisões as opções políticas (Auler e Delizoicov, 2015, p.281).

Defendemos a necessidade de uma educação científica crítica que tenha por finalidade a construção de um pensamento científico independente e crítico que possa levar a novas e efetivas interações entre o fazer da ciência e da tecnologia e as demandas da sociedade. Para isso a comunidade acadêmica deve confluir suas práticas de produção de conhecimento com a meta de formação integral e crítica dos cidadãos. Nessa direção é que em nossas investigações temos buscado conhecer como especialistas da área de educação em ciências compreendem e dão significado à educação científica no momento atual e que aspectos agregam ao caracterizá-la segundo uma perspectiva crítica. Cabe salientar que este trabalho é parte de uma pesquisa em curso que tem como meta global construir uma ferramenta avaliativa que permita analisar materiais didáticos e processos educativos na educação básica e na formação de professores respaldada numa perspectiva de Educação Científica Crítica (ECC).

Contextualização teórica

No campo da educação, as concepções envolvendo a perspectiva CTS são bastante polissêmicas, envolvendo pontos de vistas distintos e apoiados em diferentes níveis de criticidade, o que pode tornar seu desenvolvimento mais próximo ou distante de uma educação científica efetivamente crítica.



Strieder e Kawamura (2017) consideram que as discussões direcionadas a essa perspectiva envolvem muitos elementos para além do científico e isso "dá margem para uma série de recortes e, conseqüentemente, para a diversidade" de concepções (p. 29). Assim, sendo a polissemia inerente ao movimento CTS, é bastante incerto que se possa chegar a uma compreensão única sobre como lidar com essas questões de maneira articulada no campo educacional.

Para essas autoras, a complexidade referente "às questões intrínsecas relacionadas à ciência, à tecnologia e à sociedade, certamente dificulta a implementação dos pressupostos do movimento CTS no contexto educacional" (p.29) e, ainda, confere à perspectiva CTS uma gama de oportunidades de inserção de propostas dessa natureza nos diferentes níveis de ensino. Sendo assim, muitas vezes no contexto escolar o diálogo entre ciência-tecnologia-sociedade é dificultado, pois nem sempre as propostas de atividades educacionais explicitam o vínculo entre essas dimensões.

Em se tratando das várias abordagens que estão inseridas na pluralidade do movimento CTS, Strieder e Kawamura (2017) identificaram a existência de três parâmetros que tendem a expressar articulações entre a tríade CTS e a educação científica, evitando formas de segmentação entre suas dimensões. São eles: (i) racionalidade científica, (ii) desenvolvimento tecnológico e (iii) participação social.

Com relação ao primeiro parâmetro, a *racionalidade científica*, tem-se que o foco está voltado para a ciência, sendo que o reconhecimento de "diferentes racionalidades presentes na construção da ciência" (p. 33) não implica em certezas e em progresso garantido pela sua essência racional. Nesse sentido, o primeiro passo para o desenvolvimento de outros pontos de vistas é o reconhecimento das suas limitações, não devendo a ciência ser considerada como neutra, salvacionista ou determinista e, ainda que racional, ela não se caracteriza somente por princípios lógicos e empíricos.

Auler e Delizoicov (2015) chamam a atenção de que há uma dominação camuflada no argumento da neutralidade científica, sendo que as demandas de povos historicamente excluídos e silenciados são negligenciadas e invisibilizadas por um pensamento hegemônico que direciona a produção em CT.

Ainda, Galvão, Reis e Freire (2011) focalizam a importância de se compreender a natureza da ciência, pois por meio da construção de formas de pensá-la os alunos conseguem entender nuances da própria cultura científica. Do mesmo modo, o uso das questões sociocientíficas controversas em sala de aula auxilia na construção de uma imagem de ciência mais real e melhora as possibilidades de articulação entre ciência- tecnologia-sociedade. Os autores destacam que esta forma de trabalhar tem importantes potencialidades educativas no âmbito do desenvolvimento do pensamento crítico, da interpretação de informação, de argumentação, da tomada de decisão, de competências de comunicação e também na própria aquisição de conhecimento.

O segundo parâmetro trazido por Strieder e Kawamura (2017) destaca o *desenvolvimento tecnológico*.



Para estas autoras há três formas de abordar essa dimensão no contexto educativo. Numa primeira abordagem, há uma compreensão mais voltada às questões técnicas, por exemplo, ao funcionamento de um aparato tecnológico. Nessa percepção, muitos encaram a tecnologia como uma ferramenta ou instrumento que será disponibilizado à sociedade como um produto final para satisfazer as suas necessidades. Isso implica numa "concepção de desenvolvimento linear e mecanicista, na qual a industrialização é entendida como motor do progresso social" (p. 38) para, única e exclusivamente, propiciar o bem-estar das pessoas. Paralelamente, pode-se reconhecer alguns impactos ambientais, quando da produção de dejetos, resíduos e poluição. No entanto, ambas situações explicitam apenas o reconhecimento da sua presença, mas não se identifica uma postura crítica e problematizadora.

Numa segunda abordagem, as autoras apontam para a noção de que o progresso tecnológico não é capaz de atender as necessidades básicas de uma população, uma vez que está a serviço de interesses de determinados grupos. Isso porque a tecnologia não é neutra, mas sim uma estrutura cultural que engloba valores de um grupo específico.

Por último, temos uma terceira abordagem em que a tecnologia é pensada em contexto, ou seja, há uma defesa de que o desenvolvimento tecnológico deveria se adequar a uma determinada população com características humanas e regionais.

Quanto ao último parâmetro, *participação social*, Strieder e Kawamura (2017) destacam a importância do envolvimento da sociedade com as questões CTS, uma vez que os problemas atuais envolvem riscos e incertezas que não serão resolvidos somente pelo viés científico. Portanto, no contexto educacional, é necessário que se desenvolva a autonomia do pensamento crítico dos sujeitos ao conciliar temas científicos e tecnológicos com a vida em sociedade para que, dessa forma, eles sejam capazes de se posicionar frente a determinado produto da CT, mesmo que em âmbito coletivo e, conseqüentemente, possam agir de acordo com a sua posição.

Auler e Delizoicov (2015) defendem fortemente a importância da participação dos sujeitos na construção do próprio conhecimento. E, pensando no contexto educacional latino-americano, esses autores sugerem uma articulação entre um "fazer educativo" e um "fazer pesquisa" na busca por um "processo formativo emancipador e crítico- transformador" do sujeito (p.293).

Adicionalmente, esses autores apontam para a necessidade de se identificar temas/problemas ainda não constituídos como demandas de investigação no campo da ciência e da tecnologia, pois o enfrentamento dos problemas historicamente negligenciados pode se transformar em mote para a produção de conhecimentos e práticas novas.

Portanto, os três parâmetros discutidos anteriormente por Strieder & Kawamura (2017), orientam uma concepção de educação científica em que se destacam três propósitos educacionais: "(i) percepções entre o conhecimento científico e contexto do aluno; (ii) questionamentos sobre situações relacionadas à cidadania e (iii) compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos" (p. 42). Considera-se que os mesmos direcionam para mudanças nos processos de ensino e aprendizagem de ciências capazes de atingir uma perspectiva mais crítica.



Ao contemplar esses mesmos parâmetros, Santos (2012) concorda que uma educação CTS contribui para o desenvolvimento de uma educação científica, todavia, esse autor chama a atenção para a necessidade de as discussões irem para além das reflexões feitas sobre as interrelações CTS.

De acordo com esse mesmo autor (2007), pensar em uma educação científica crítica significa fazer uma abordagem a partir da perspectiva do letramento científico (LC). Embora um currículo CTS contribua significativamente com o LC, esse autor alerta que ambas perspectivas não podem ser confundidas. Assim, no letramento científico, o autor entende que o aluno é capaz de incorporar formas de contextualização do conhecimento científico em sua prática social (Santos, 2007) e isso se dá

[...] por meio da prática de leitura de textos científicos que possibilitem a compreensão das relações ciência-tecnologia-sociedade e tomadas de decisões pessoais e coletivas. Nesse sentido, o conceito de letramento científico amplia a função dessa educação, incorporando a discussão de valores que venham a questionar o modelo de desenvolvimento científico e tecnológico. Em outras palavras, o que se busca não é uma alfabetização em termos de propiciar somente a leitura de informações científicas e tecnológicas, mas a interpretação do seu papel social (p. 487).

Portanto, considerar o letramento como domínio de uma educação científica crítica é destacar a importância do papel social do conhecimento científico no cotidiano do cidadão como forma de estimular a sua participação nas decisões democráticas sobre ciência e tecnologia, bem como questionar "a ideologia dominante do desenvolvimento tecnológico" (p. 483).

Bonil & Pujol (2005) ao pensar uma educação científica numa perspectiva mais crítica assumem o paradigma da complexidade, pois consideram ser este

[...] uma opção filosófica ideológica que oferece novas possibilidades de uma revolução conceitual que abre caminhos para formação de uma cidadania capaz de pensar e construir um mundo mais justo e sustentável, incluindo valores éticos, valores epistêmicos e valores de ação (p. 2, tradução livre).

Segundo esses autores o paradigma da complexidade auxilia no trabalho educativo na medida em que se preocupa em fazer com que o indivíduo compreenda o mundo e adquira critérios para posicionar-se e participar de sua transformação. Atua, portanto, orientando o pensamento do sujeito para pensar os problemas e encontrar soluções dentro de uma visão mais sistêmica de mundo, ao mesmo tempo que lhe fornece possibilidades para uma ação mais cidadã na sociedade.

Diante desse marco de referência e considerando os possíveis modelos existentes (mono, multi ou pluridisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar) para resolver os problemas sociais e ambientais, Bonil et al. (2004) propõem situar a educação científica dentro de um modelo de diálogo disciplinar em que a articulação de conhecimento de diferentes áreas e conteúdos disciplinares possibilitem ao aluno maior aproximação para que possa interpretar e atuar no mundo físico e social.



De acordo com Bonil et al. (2004), o diálogo disciplinar é uma proposta que favorece uma visão complexa de um fenômeno e, por apresentar espaços dialógicos entre os conhecimentos de distintas áreas, potencializa a construção de argumentação por parte dos estudantes. Segundo esses autores, essa habilidade se torna necessária para formar uma cidadania capaz de sentir, pensar e atuar frente as características dos fenômenos ambientais e sociais do nosso tempo.

Nesse sentido, Calafell & Bonil (2007), enfatizam que o diálogo disciplinar permite conectar os saberes disciplinares num contexto em que cada disciplina reconhece seus limites e possibilidades para interpretar os fenômenos do mundo. Esse movimento se converte num espaço de diálogo, sendo que cada disciplina, ao vincular-se a outras, assume o desafio de ir e vir constantemente da dimensão particular para a global visando compreender melhor o fenômeno em questão (Bonil et al. 2004). Desse modo, em função do esforço de integração dos pontos de vistas distintos para um mesmo fenômeno é que se dá a (re)construção de modelos conceituais próprios de cada disciplina e se estabelecem relações entre elas.

Nesse breve estudo da literatura é possível perceber que as concepções sobre educação científica são orientadas por pressupostos teóricos distintos que lhes conferem perspectivas mais ou menos críticas. No entanto, parece consensual entre os autores que sua finalidade é propiciar uma formação mais participativa e cidadã. Para isso, é importante que nos processos de ensino e aprendizagem dos conhecimentos científicos e tecnológicos estejam interconectados e não desvinculados dos contextos sociais e culturais.

Metodologia

Assumindo os marcos dos estudos CTS e do paradigma da Complexidade e apoiado no Método Delphi (Marques & Freitas, 2016), esse estudo conta com a participação de 37 pesquisadores da área de educação em ciências da América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia) e Europa (Portugal e Espanha), que se posicionaram sobre aspectos de uma educação científica crítica, nomeadamente os seus pressupostos e a sua inserção nas políticas, no currículo, nas metodologias de ensino e na formação de professores.

O estudo Delphi é uma técnica de comunicação estruturada largamente usada e aceita em "várias áreas na esfera educacional (planejamento de programas, avaliação de necessidades, definição de políticas, uso de recursos etc.) e com diferentes fins" (Blanco-López et al., 2015, p.171). É constituída por um conjunto de questionários sucessivos, enviados para um painel de especialistas. Entre cada rodada de questionários as respostas são analisadas, sistematizadas e rerepresentadas aos participantes nos questionários seguintes, de modo a que estes possam conhecer e se posicionar em relação à opinião do grupo ao longo do processo (Osborne et al., 2003). Assim, é construído um espaço de reflexividade, em que se pode criar ideias e reformular opiniões a partir dos *feedbacks* dos pesquisadores.

Neste artigo iremos focalizar alguns aspectos da análise global do conteúdo das respostas dadas às questões 1, 3 e 7 do questionário inicial do Método Delphi, quais sejam: 1) *A partir de sua concepção e sua atuação, elenque os pressupostos centrais de uma educação científica*



crítica; 3) Em sua opinião, atualmente, quais são os grandes problemas e avanços para o desenvolvimento de uma educação científica crítica? 7) Indique quais são, para você, os grandes embates e desafios das atuais políticas educacionais na área.

Adotando os procedimentos da análise de conteúdo (Bardin, 2010), as respostas dos 37 pesquisadores - (24) Brasil; (4) Portugal; (4) Espanha; (1) Chile; (2) Argentina; (2) Colômbia - a cada uma das questões foram submetidas a uma leitura cuidadosa tendo como guia as referências teóricas adotadas nessa pesquisa. Assim, de forma sistemática e objetiva deu-se a interpretação do corpus de análise, buscando codificar as unidades de contextos e encontrar categorias que pudessem conferir objetividade, fidedignidade, pertinência e produtividade dos resultados. Os conteúdos das respostas foram agrupados em categorias temáticas como exemplificado na Tabela 1.

Tabela 1: Exemplos de respostas correspondentes às Categorias

Categorias	Exemplos de respostas
Pressupostos Centrais de uma Educação Científica Crítica.	
<u>Concepção de Educação Científica</u>	"Entendo que é central em uma educação científica crítica o pressuposto de transformar a sociedade. Neste sentido, é fundamental que os estudantes possam compreender a construção histórica da nossa sociedade. Diante deste contexto, os estudantes devem se apropriar dos conhecimentos sistematizados enquanto uma estratégia de luta para a transformação da sociedade. Ou seja, a apropriação do conhecimento é uma estratégia de luta, uma estratégia de transformação da sociedade". (Pesquisador - 12, Brasil)
<u>Prática de Ensino</u>	"Centrada em resolução de problemas atuais, contextualizada em locais que digam alguma coisa aos alunos, estimulante do trabalho dos alunos, relevante em termos de temáticas científicas, capaz de os envolver para que sintam vontade de participar". (Pesquisadora - 25, Portugal)
<u>Sujeito-cidadão</u>	"Capaz de ajudar cada um a enfrentar a vida e alcançar uma participação esclarecida e racional numa sociedade democrática, dando o seu contributo para o desenvolvimento sustentável a nível local, nacional e internacional". (Pesquisador, 9, Portugal)
Problemas, propostas e avanços para implementação de uma Educação Científica Crítica	
<u>Políticas Públicas</u>	"Destaco dos gran problemes: a) els marcs conceptuals i moltes pràctiques docents. b) El dèbil abordatge de l'administració educativa: no s'implementen intervencions sistèmiques (hi ha molta parcel·lació), la crisi econòmica ha accentuat les desigualtats marcant una forta tendència a la privatització. Hi ha desinversió en el sistema educatiu públic". (Pesquisador - 16, Espanha)



<u>Constituição do Campo</u>	“Um dos grandes problemas que eu percebo não é exclusivo da área da educação científica e, sim, das teorizações sobre educação crítica em geral que apostam muito mais na criticidade via apropriação de conhecimentos ‘poderosos’ do que propriamente empoderar sujeitos a partir de um conjunto de ações e de experiências que o coloquem em posição de tomadas de decisão e capacidade de as analisar <i>reflexivamente</i> ”. (Pesquisador - 2, Brasil)
<u>Questões Estruturais</u>	“A resistência corporativa para realizar uma revisão de conhecimentos da área tidos como indispensáveis e a atualização de metodologias adequadas ao momento que vivemos. A formação inicial de professores não reproduz o que a área produz de conhecimento e/ou metodologias. A formação continuada é incipiente, pontual e fragmentada. A distância entre o que se produz de conhecimento e o que se entrega aos futuros professores, e o que os professores entregam aos alunos é cada vez maior”. (Pesquisador - 11, Brasil)
Contribuições e Desafios da Educação Científica Crítica	
<u>Articulação entre conhecimentos</u>	“Una mirada articuladora que supere las parcelas del conocimiento; desafíos: producir una real sinergia entre las miradas, abordar la complejidad de las situaciones” (Pesquisadora – 27, Chile)
<u>Ampliação do entendimento social</u>	“Este diálogo pode ser muito promissor para a construção de valores imprescindíveis no campo da educação, tais como solidariedade e sustentabilidade”. (Pesquisador - 22, Brasil)
<u>Alteração da visão de ciência</u>	“El diálogo interdisciplinar es imprescindible. Una educación científica crítica ha de salir de los estrechos corsés de la ciencia positiva”. (Pesquisadora -15, Espanha)
<u>Desenvolvimento de Habilidades e Competências</u>	“Es necesario un diálogo entre la ciencia y otras áreas del conocimiento ya que contribuirá a consolidar la habilidad de pensar, razonar contribuyendo a generar formas de desarrollo y comunicación del pensamiento para dar respuestas a situaciones problemáticas de la vida cotidiana” (Pesquisadora – 29, Argentina)
<u>Fortalecimento da Formação de Professores</u>	“Esto implica más y mejores conocimientos de los maestros al respecto, las directivas, y los políticos estatales” Pesquisadora – 30, Colômbia)
<u>Desafios intrínsecos ao diálogo</u>	“Ainda falta maturidade democrática para alcançarmos isso. Precisamos primeiro construir pontes teóricas” (Pesquisador – 1, Brasil)
<u>Desafios relacionados a escola e a sociedade</u>	“El desafío principal es obtener el apoyo político que facilite espacios de innovación curricular y recursos para hacer posible un planteamiento más interdisciplinar y la implementación del enfoque CTS en la formación del profesorado”. (Pesquisador – 20, Espanha)



Resultados

Nesse trabalho daremos a conhecer parte da sistematização do conjunto das ideias dos pesquisadores/especialistas que responderam ao questionário 1, na qual os aspectos apontados pelo painel de especialistas foram todos arrolados, sem intenção de, nesse momento da 1ª rodada, quantificar as respostas, em conformidade com o Método Delphi. Assim, a seguir, os resultados serão apresentados, na forma de um metatexto, elaborado por meio de paráfrases, de modo a expressar as ideias do painel de especialistas, participantes desta pesquisa, no que se refere a educação científica crítica nos seguintes aspectos: i) pressupostos centrais de uma educação científica crítica; ii) problemas, propostas e avanços para implementação de uma educação científica crítica, e iii) contribuições e desafios da educação científica crítica.

i) Pressupostos Centrais de uma Educação Científica Crítica.

Em linhas gerais identificamos, nas respostas dos especialistas, pressupostos centrais de uma educação científica crítica bastante coincidente com os elementos presentes na Educação CTS, os quais envolvem a compreensão da natureza da ciência, a função social da escola e da educação e o desenvolvimento de um pensamento crítico.

Especificamente, ao se expressarem sobre os pressupostos de uma educação científica crítica, os especialistas manifestaram ideias que incidem sobre a concepção de educação científica, os elementos de uma prática de ensino e ainda sobre como deve ser o resultado dessa educação no sujeito-cidadão.

Assim, a Educação Científica Crítica é concebida como uma educação cidadã, participativa e emancipatória tendo como objetivo transformar a sociedade. Neste sentido, a apropriação do conhecimento e a construção de uma leitura crítica da realidade passa a ser uma estratégia de luta, uma estratégia de transformação da sociedade. Uma educação que toma a ciência e o conhecimento científico como prática social e cultural e que, portanto, interage com outras culturas e formas de saberes e valores. Uma educação científica que transpira o valor de resistência para superar os obstáculos e dificuldades.

A criticidade esperada se alicerça em um Ensino CTS que permite aos alunos uma postura mais crítica em relação aos problemas sociais relativos à Ciência, Tecnologia e Sociedade, portanto, reivindica uma participação pública em decisões relacionadas à ciência e sobre os usos e benefícios dos seus produtos. Nesse sentido, as condições de verdade de cada fato ou teoria científica devem evidenciar os próprios limites da autoridade das ciências. É importante que traga ao debate questionamento sobre a racionalidade técnica e instrumental da ciência e reconhecimento dos diferentes interesses adjacentes aos conhecimentos humanos, com crítica à indústria cultural e reivindicação de uma formação cultural ampla.

Deve ser uma educação embasada em saberes e práticas científicas que afetam e interferem diretamente na vida cotidiana, mas, acima de tudo, inter-relacionados a ações sociais que permitam desenvolver um senso de solidariedade, cooperação e colaboração rumo a igualdade social. Portanto, ela tem de agir no sujeito proporcionando informação, desenvolvimento



de pensamento crítico e desenvolvimento de habilidades e valores como argumentação, investigação, compreensão e uso de linguagens, autonomia, responsabilidade, solidariedade, organização, colaboração etc.

Mais especificamente, os pesquisadores defendem algumas características como fundamentais para uma ECC que tem como meta a sustentabilidade socioambiental. Ela deve ser multidimensional, rigorosa, holística e relacional, comprometida com o princípio da precaução, socialmente responsável e apoiada na mudança sociocultural rumo a sustentabilidade, tanto para reverter os processos de deterioração ecológica do planeta como para alcançar a equidade e a justiça no plano social e global.

Uma educação científica crítica prevê uma *prática de ensino* que leve em conta: i) a *contextualização* visando a aproximação entre os conhecimentos científicos e a realidade do aluno e o contexto social; ii) a *interdisciplinaridade*, pois os problemas reais não estão compartimentados em disciplinas. Assim a contextualização depende também da interdisciplinaridade; iii) a *problematização*, que é parte de um ensino com sentido já que não é eficiente ensinar aos alunos por meio de respostas às perguntas que eles nunca fizeram; e iv) o debate acerca da natureza da Ciência, para que os alunos compreendam como a Ciência é produzida e quais são seus condicionantes históricos e sociais. Enfatizam, ainda, que devem ser tratados contextualmente os processos, produtos, representações e dispositivos de subjetivação que a ciência, ao longo da história, faz circular na comunidade científica e na sociedade em geral.

Os pesquisadores elegem como fundamental um ensino que trabalhe o conhecimento sobre a História da Ciência por possibilitar a compreensão de que o conhecimento científico é apenas uma das formas de ver e explicar o mundo, entre outras que emergem de diferentes contextos, nos quais são produzidos saberes do senso comum, saberes populares, culturais e outros. Permite, também, articular as dimensões da produção científica com as finalidades sociais da educação e da escola, tais como as relativas à cidadania, à liberdade e à diferença. Nesse sentido, ganha destaque a apreciação crítica das implicações sociais da ciência e da tecnologia. E, para isso, os conteúdos escolares contextualizados podem ajudar a promover discussões sobre as dimensões ética, socioeconômica e política do desenvolvimento científico e tecnológico, além de contribuir para análise crítica de informações científicas divulgadas nas diferentes mídias.

Um ensino centrado em resolução de problemas atuais, contextualizado em temáticas e situações reconhecidas pelos alunos, estimula o trabalho escolar e a participação na vida social. Compreendem que o estudo teórico dos conhecimentos científicos é imprescindível, mas tem de estar articulado com a prática para se tornar um conhecimento pertinente. Compreender os problemas de seu entorno, sua origem, as proposições de solução e as formas de comunicar sua linguagem, favorece interpretações complexas sobre a realidade com possibilidade de uma intervenção mais consistente.

Localizadamente defendem um currículo motivador em que: i) a prática social e a problematização sejam norteadoras das ações de ensino e aprendizagem; ii) a mediação entre os sujeitos envolvidos considere e respeite suas diferenças; iii) a relação teoria e prática



possibilite aos sujeitos ações de forma consciente em seu ambiente; iv) as reflexões e ações envolvam tanto os aspectos quantitativo como qualitativo; v) o ensino propedêutico seja substituído pela formação para a vida; vi) ocorra a participação do aluno na solução, planejamento e realização de investigações, buscando analisar e interpretar dados.

Os especialistas também se manifestaram sobre como deve ser o resultado dessa educação no sujeito-cidadão. Assim, um sujeito que recebe uma Educação Científica Crítica desenvolveria habilidades que lhe daria condições de: i) buscar e interpretar informações científicas e debater consequências com base na ciência; ii) acessar frequentemente a informação científica como necessidade vital; iii) construir respostas cientificamente plausíveis sobre qualquer assunto contemporâneo; iv) usar com habilidade uma atitude inquiridora, de verdades e crenças, de análise, reflexão, entendimento da linguagem e do discurso científicos; v) pensar cientificamente e usar os conhecimentos para resolver problemas e analisá-los de forma crítica; vi) impor limites e contornos nítidos naquilo que acredita colocando-se como crítico da religião, de hegemonias e da própria ciência; vii) emitir explicações fundamentadas e razoáveis com base em evidências; viii) assumir as metodologias e o "*modus operandi*" da ciência como algo aplicável a sua realidade imediata e sensível; ix) ajudar cada um a enfrentar a vida e alcançar uma participação esclarecida e racional numa sociedade democrática; x) ter consciência sobre os problemas ambientais que a humanidade enfrenta na atualidade; xi) reconhecer as limitações dos discursos salvacionistas da ciência; xii) compreender os diferentes interesses sociais, políticos e culturais que permeiam a produção do conhecimento científico; xiii) reconhecer os conhecimentos científicos como elementos importantes para uma formação científica crítica; xiiii) saber articular o conhecimento do campo científico com outras esferas do conhecimento como filosofia, história, sociologia etc.

ii) Problemas, propostas e avanços para implementação de uma Educação Científica Crítica.

Quanto aos problemas para o desenvolvimento de uma educação científica crítica, os pesquisadores destacam aspectos relacionados: às políticas públicas (investimentos, criação de programas etc.); à constituição do campo (divergências teóricas, distanciamento entre a Universidade e a Escola) e às questões estruturais (formação de professores, currículo, desmotivação profissional etc.).

A dispersão e a falta de manutenção de políticas públicas bem como a pouca inserção dos conhecimentos da academia na escola são entendidas como problemas para esse painel de especialistas.

O desinvestimento no sistema educacional público, a deficitária abordagem da administração educacional, sem uma intervenção sistêmica, bem como a presença de políticas parceladas e precárias, com baixo investimento financeiro, denotam que muitas das decisões políticas são orientadas por interesses econômicos que reforçam o *status quo* e muitas vezes deixam à margem projetos mais inclusivos.

Mesmo tendo em consideração a importância da ciência e da tecnologia numa sociedade altamente influenciada por esses campos ainda há, na organização curricular das escolas, priorização das áreas de linguagem e matemática em detrimento dos conhecimentos



das ciências da natureza. Além disso, a falta de vontade política e de investimento para implementação de mudanças, a não valorização da autonomia docente nas políticas educacionais e a ênfase em políticas públicas globais que são homogenizadoras de currículos e de padronização de avaliações, colaboram para a reversão do que foi conquistado.

A formação e a valorização da profissão docente também são entendidas como um problema de política educacional.

Esse painel entende que várias questões problemáticas envolvem o campo da educação científica por este ser multireferencial e ter muitos e diversos grupos de pesquisadores. Os desarranjos políticos na comunidade de pesquisa e de ensino, como a separação dos professores da academia e da educação básica, são problemáticas que envolvem e dificultam a constituição do campo. Diante disso, os profissionais da escola básica não se veriam como sujeitos autônomos ou protagonistas de mudanças enquanto os das universidades encarariam a sua responsabilidade nas mudanças em termos de produção de discursos sobre as práticas a serem efetivadas nas escolas.

Para os pesquisadores, o campo acaba enfatizando uma perspectiva de referencial que prioriza teorizações sobre a educação crítica e que valoriza a criticidade via apropriação dos conhecimentos “poderosos” e não propriamente, o empoderamento dos sujeitos para tomada de decisões.

As problemáticas no campo também se referem à magnitude e à complexidade das mudanças que devem ser abordadas, à força e à quantidade de interesses que se opõem às mudanças, à inércia do modelo dominante da educação científica, obsoleta à luz da crise atual e, ainda, aos marcos conceituais e às práticas docentes e ideologias que as orientam. Um desses problemas complexos tem a ver com um campo ainda influenciado por paradigmas positivistas e economicistas da Ciência e com a falta de engajamento dos profissionais para a necessária implementação de práticas de ensino que considerem objetivos e pressupostos da educação CTS crítica, em substituição à inércia processual de práticas educativas conteudistas e memorísticas.

Os especialistas destacam que as concepções pouco críticas sobre a ciência e tecnologia e a influência de crenças, principalmente de natureza religiosa, ainda veiculam uma visão de ciência neutra, objetiva e imutável, sendo necessárias mudanças na percepção em relação ao papel C&T, na vida das pessoas e por parte dos profissionais da educação, de modo que possam superar uma perspectiva meramente tecnocrática, a qual inviabiliza a introdução de uma perspectiva CTS. Além disso, tecem considerações para o fato de as informações sobre C&T estarem distorcidas nas mídias trazendo incerteza à confiabilidade dos conhecimentos advindos da ciência e tecnologia.

Outro grupo de problemas identificados pelos especialistas se refere a aspectos ligados a falta de organização e de infraestrutura de várias ordens: i) espaço físico (falta de espaços e de materiais); ii) condições de trabalho dos docentes em diversos níveis (sobrecarga física e psicológica, desmotivação profissional, desatualização salarial, excesso de alunos por docente); e iii) estrutura curricular das disciplinas tradicional e estática que ocasionam pouco engajamento e desmotivação dos alunos.



No que se refere à formação docente, avaliam que o pouco investimento e a má administração colaboram para uma formação deficitária, o que torna a profissão pouco atrativa e impede a condução, em sala de aula, de uma educação científica crítica.

Apontam que a desvalorização social da educação, tanto por parte dos profissionais da área quanto pelos discentes, gera desmotivação na própria comunidade. Consequentemente, instala-se uma estagnação que impede a criação de outras condições e disponibilidade que permitam ultrapassar a rotina e produzir perfis mais inovadores no contexto educacional. O sistema escolar e a formação de professores, segundo os especialistas, necessitariam de profundas reflexões e mudanças, pois permaneceram com a estrutura de décadas passadas.

O isolamento da universidade é também entendido como problema estrutural e sociocultural, assim como o "egoísmo humano" que dificultam a não mudança de práticas sociais enraizadas em preceitos culturais tradicionais. Além disso, apontam a colisão de interesses, a não atualização e adequação de metodologias, as tendências de privatização diante das crises, a falta de seriedade na condução do processo educacional nas escolas como problemas que afetam sobremaneira a área. Apontam, ainda, as resistências corporativas para realizar uma efetiva revisão do conhecimento na área e as dificuldades de acesso a materiais que estimulem uma educação CTS no ambiente escolar.

Em relação às propostas e ou soluções destacadas, os especialistas apontaram para referenciais que possam empoderar os sujeitos a partir de ações e de experiências que os capacitem para a tomada de decisões e capacidade de analisar reflexivamente para atingir maior consciência pública sobre a ciência e tecnologia e para ações que possam transformar práticas educativas que se articulem aos processos acadêmicos e às investigações.

Também consideram importante a concentração de esforços para a construção de políticas que visem sanar os mais variados problemas bem como investimento em projetos para inserir a ciência na vida das pessoas. Mesmo sendo um desafio, consideram necessário pensar em questões para o bem-estar social e não apenas o individual. Julgam ser fundamental, para pensar uma educação crítica, compreender como os professores entendem as interações CTS, como concebem o progresso e que relações estabelecem com as inovações tecnológicas. Sugerem, fortemente, a construção de uma cultura de participação dos indivíduos e de uma formação escolar com conhecimentos pertinentes para uma participação cidadã qualificada e formação de atores sociais críticos. Nesse sentido, destacam a necessidade de promoção de competências dos docentes, para que os mesmos possam colaborar com a renovação da prática de ensino de ciências nas escolas.

Sobre aos avanços o painel de especialistas, quando se posicionou, destacou aspectos muito variados.

Reconhece as tentativas de mudanças de postura dos docentes, o uso intenso das tecnologias modernas ou as escolas de formação integral, que segundo eles, potencializam a melhoria da educação, pois tiram os adolescentes das ruas e os colocam em ambientes de formação. Além disso, aponta que, apesar dos problemas com a disseminação da



informação na internet e nas redes sociais, atualmente já se pode deter informações e difundi-las de maneira documentada e discriminada, expondo de forma correta e organizada a qualidade dessa informação. Portanto, esse conhecimento contribui para que as pessoas possam pensar de maneira autônoma, realizar julgamentos e tomar decisões diante da análise, avaliação, contrastes de argumentos, afirmações, pontos de vistas e evidências.

Segundo os especialistas, a existência de políticas públicas educacionais que inserem pressupostos CTS e que aos poucos vão sendo inseridas em sala de aula, denotam pequenos avanços. Do mesmo modo, identificam a ampliação, mesmo que tímida, de professores com formação em pesquisa na área e o aumento de pesquisadores engajados para contribuir com um ensino de ciências "menos cristalizado". Apontam a existência de vários programas de pós-graduação que preparam profissionais aptos para discutirem mudanças que podem contribuir para a melhoria na educação.

iii) Contribuições e desafios da educação científica crítica.

Os pesquisadores consideram que o diálogo entre ciência e outras áreas do conhecimento é fundamental para o desenvolvimento de uma educação científica crítica, uma vez que diante de um fenômeno é possível estabelecer conexões e assumir a construção de um modelo interpretativo com enfoques disciplinares distintos. No entanto, interpretam que as articulações entre áreas ainda encontram vários entraves.

Assim, ao expressarem sobre as contribuições, apontaram cinco aspectos principais relacionados aos ganhos que o movimento dialógico entre áreas pode favorecer: i) articulação entre diversos conhecimentos; ii) possibilidade de ampliar o entendimento social; iii) alteração da visão equivocada da ciência; iv) desenvolvimento de habilidades e competências; v) enriquecimento da formação de professores.

A possibilidade de articulação com outros conhecimentos permite: i) entender as áreas para além das divisões disciplinares, superando uma visão fragmentada; ii) compreender melhor o mundo e resolver os seus problemas; iii) ressaltar outras dimensões da ciência e perceber a sua complexidade; iv) colocar as diferentes áreas em equidade, percebendo que a construção do conhecimento ocorre da mesma maneira; v) estudar os fenômenos de maneira contextualizada; vi) ter uma visão das fronteiras do conhecimento; vii) construir conhecimentos completos e coerentes com as transformações necessárias.

Adicionalmente, o diálogo entre as áreas permite maior entendimento social, favorecendo: i) a aprendizagem com o outro; ii) a construção consciente do futuro; iii) a construção de valores importantes na educação como solidariedade e sustentabilidade; iv) a interação com os outros atores sociais envolvidos na educação, incluindo a família.

Um terceiro aspecto da contribuição do diálogo entre áreas é que ele altera a visão da ciência, nomeadamente ao: i) situar a ciência entre outras formas de ver e atuar no mundo; ii) permitir aprender como a ciência é produzida; iii) desconstruir a ideia de ciência como



verdade única e absoluta; iv) clarificar a aplicação de ciência dependente de condições encontradas nos contextos; v) permitir avançar para além da ciência positivista; vi) aproximar a ciência de seus usos sociais e vii) trazer criatividade à ciência.

Os especialistas destacam ainda que o diálogo permite o desenvolvimento de habilidades e competências. Entre elas estão a capacidade de: i) comunicação; ii) resolução de problemas do cotidiano; iii) questionar as normas e não se resignar ao *status quo*; iv) perceber o Ser Humano como um todo no seu contexto social.

Por último, os pesquisadores compreendem que o diálogo entre as áreas enriquece a formação de professores, permitindo-lhes desenvolver a sua capacidade de argumentação e ampliar sua visão sobre o processo educacional.

Em relação aos desafios houve dois tipos de referências. Por um lado, há quem fale de desafios intrínsecos ao diálogo, em particular um diálogo complexo como é o diálogo entre áreas por vezes tão distintas. Nesse sentido, os especialistas entendem que para dialogar entre áreas é necessário: i) maturidade democrática; ii) disposição para aprender com o outro e respeito pelas suas ideias; iii) tratamento dos diferentes saberes com equidade e iv) não ter medo de ser ultrapassado pelas outras áreas.

Por outro lado, há quem refira a desafios relacionados às características da escola e da sociedade que acabam dificultando esse diálogo. Assim, na educação escolar, o diálogo é dificultado em decorrência de diversos fatores. Entre eles foram citados: i) organização curricular muito disciplinar; ii) rigidez na estrutura institucional; iii) falta de apoio político para tornar a escola mais interdisciplinar e criar espaços de inovação curricular e iv) necessidade de se criar uma cultura de trabalho em equipe interdisciplinar, para selecionar temas que possam ser tratados nas aulas com a contribuição de várias disciplinas.

Identificam desafios relacionados à competência dialógica dos professores uma vez que o diálogo não é introduzido em sua formação, pois ela se encontra muito voltada para uma ciência acrítica e fragmentada. Outros aspectos também foram referidos pelos pesquisadores quanto: i) à necessidade de uma formação mais longa para incluir conhecimentos sobre currículo, políticas, psicologia, educação; ii) ao baixo compromisso dos professores e; iii) à falta de apoio político para introduzir o enfoque CTS na formação.

Outro aspecto mencionado pelos especialistas se refere a fatores operacionais ou metodológicos. Nesse sentido, os especialistas consideram um desafio para o espaço escolar: i) compreender as diferentes linguagens envolvidas; ii) produzir real sinergia entre as diferentes visões e abordar a complexidade das situações; iii) encontrar instrumentos que permitam perceber que os métodos de produção de conhecimento nas diferentes áreas são idênticos e; iv) construir pontes teóricas entre as áreas.

É relevante destacar, com relação a este último aspecto, a compreensão de que não se pode ter uma educação científica crítica realmente nos moldes interdisciplinares sem ter uma "teoria da educação científica crítica" que permita a sua efetivação.



Conclusões

Neste estudo vários aspectos que foram apontados pelos especialistas nos ajudam a refletir sobre os objetivos, pressupostos e desafios para se conceber e efetivar uma educação científica crítica no contexto educativo. Destaca-se, como meta a ser alcançada, a participação política do estudante a partir de uma compreensão da sociedade atual, o combate às diferentes formas de discriminação e desigualdades e a defesa de um currículo interdisciplinar que priorize uma abordagem do conhecimento contextualizado a partir de sua problematização.

Para os especialistas, o desenvolvimento de uma educação científica crítica tem ainda um longo caminho a ser percorrido, considerando inclusive a permanente adoção de práticas tradicionais com abordagens de conteúdos específicos desarticulados e de interações limitadas com a vida dos estudantes. Além disso, as abordagens adotadas em sala de aula não favorecem o desenvolvimento da capacidade interpretativa e argumentativa da e sobre a ciência e, tampouco, estimula o engajamento dos estudantes em questões sociocientíficas e ambientais com potencial para promover uma participação cidadã.

Por fim, este estudo tem possibilitado compreender como especialistas da área significam a educação científica numa perspectiva crítica e, conseqüentemente, tem subsidiado a construção de parâmetros para avaliar a sua presença nas políticas educacionais e de formação de professores.

Referências

- Auler, D.; Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, 7, (1), 1-13.
- Auler, D., Delizoicov, D. (2015) Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. *Linhas Críticas*, Brasília, DF, v.21, n.45, p. 275-296.
- Barbosa, L. C. A.; Bazzo, W. A (2014). A escola que queremos: É possível articular pesquisas ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e práticas educacionais? *Revista Eletrônica de Educação*, v. 8, n. 2, p. 363-372.
- Bardin, Laurence. (2010). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 281 p.
- Blanco-López, A.; Espana-Ramos, E.; González-García, F. J.; Franco-Mariscal, A. J. (2015) Key Aspects of Scientific Competent for Citizenship: A Delphi Study of the Expert Community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, 52, (2), p. 164-198.
- Bonil, J.; Puyol, R. M. (2005). La Aventura de integrar la complejidad en la educación científica de la ciudadanía. *Enseñanza de las Ciencias*, n. extra, VII Congreso, p. 1-4.
- Bonil, J.; Calafell, G. Orellana, L.; Espinet, M.; Pujol, R. M. (2004). El diálogo disciplinar, um camino necesario para avanzar hacia la complejidad. *Investigación en la escuela*. p. 83-97.
- Calafell, G.; Bonil, J. (2007) El diálogo disciplinar como herramienta para diseñar islotes de racionalidad. *Encuentros Multidisciplinares*, n. 25, p. 1-6.
- Galvão, C.; Reis, P.; Freire, S. (2011). A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação



de professores. *Ciência & Educação*. v.17, n. 3, p. 505-522.

- González García, M. I.; López Cerezo, J.A.; Luján López, J. L. (1996) *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Technos, 324 p.
- Marques, J. B. V.; Freitas, D. (2016). Mapping the future of non-formal education and the scientific dissemination of astronomy in Brazil: A Delphi study. *Policy Futures in Education*, 14, 1153-1181.
- Osborne, Collins, S.; Ratcliffe, M.; Millar, R.; Duschl, R. (2003). What "Ideas-about-Science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in science teaching*, 40 (7), 692-720.
- Pinheiro, N. A. M.; Silveira, R. M. C. F.; Bazzo, W. A. (2007) *Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio*. *Ciência e Educação*, v.13, n.1, p. 71-84.
- Santos, W. L. P. (2007) *Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios*. *Revista Brasileira de Educação*, v. 36, p. 474-492.
- _____. (2012) *Educação CTS e Cidadania: Confluências e Diferenças*. *Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v.9 – nº 17, p.49-62.
- Strieder, R. B.; Kawamura, M. R. D. (2017) *Educação CTS: Parâmetros e Propósitos Brasileiros*. *Alexandria: R. Educ. Ci. Tec.*, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 27-56.