

Natureza epistêmica das Questões Sociocientíficas: uma análise a partir do pensamento complexo

Epistemic nature of Socio-Scientific Issues: na analysis from the complex thought

Karolina Martins Almeida e Silva

Universidade Federal do Tocantins – Campus de Araguaína
karolina.martins@uft.edu.br

Wildson Luiz Pereira dos Santos

Universidade de Brasília – Instituto de Química
wildson@unb.br

Resumo

O presente trabalho é parte de uma pesquisa de doutorado, de cunho teórico, na qual se propõe, a partir dos elementos estruturantes do pensamento complexo de Edgar Morin, elucidar princípios epistêmicos (teóricos-metodológicos) orientadores nas discussões das questões sociocientíficas (QSC) em aulas de ciências. Entendemos que o planejamento de atividades dessa natureza fundamentadas em objetivos que de fato envolvam discussões sociais, e possam engajar os educandos para uma participação sócio-política, pressupõe superar a identificação de fatos, assim como a perspectiva bilateral do certo-errado. Nesse sentido, foram elaboradas categorias analíticas que sinalizam elementos da natureza epistêmica de uma QSC, são elas: 1) *Elemento controverso*; 2) *Valorativo*; 3) *Interdisciplinar/Transdisciplinar e*; 4) *Incerto*. Para o desenvolvimento das discussões acerca das referidas categorias, utilizamos como exemplo o tema “mudanças climáticas globais: aquecimento global”. Na proposição dessa análise, a QSC é (re)significada tendo como base teórica o pensamento complexo enfatizando elementos de cunho filosófico e ontológico.

Palavras chave: questões sociocientíficas, natureza epistêmica, pensamento complexo, ensino de ciências.

Abstract

This article is part of a PhD research with theoretical nature, which proposes, from the structural elements of "complex thought" of Edgard Morin, elucidate epistemic principles (theoretical and methodological) which guide the discussions about socio-scientific issues (SSI) in science classes. We understand that planning activities of this nature, with goals based on social discussions, and can engage students for a socio-political participation, presuppose overcome the facts identification as well the bilateral perspective of right and wrong. In this sense, analytical categories that signal elements of epistemic nature of a SSI were drawn up: 1) the controversial element; 2) Values; 3) Interdisciplinary/Transdisciplinary and; 4) Unsure. For the development of the discussions of these elements, we use as an example the theme "Global climate change: global warming". In the proposition of this

analysis, the SSI is resignified, having as a theoretical basis the "complex thought" emphasizing elements of philosophical and ontological nature.

Key words: socio-scientific issues, epistemic nature, complex thought, science education

Questões Sociocientíficas

Questões sociocientíficas (QSC) são aquelas que apresentam dilemas sociais com ligações conceituais, processuais ou tecnológicas com a ciência. São problemas discutíveis sujeitos a múltiplas perspectivas e soluções e envolvem juízos de valor (SADLER, 2004; REIS, 2009; REIS; GALVÃO, 2005; MENDES, 2014). Sadler e Zeidler (2004) explicitam que as QSC podem ser analisadas segundo diferentes perspectivas, não conduzem a conclusões simples e frequentemente envolvem as dimensões moral e ética. Para Reis (2009), propostas científicas e tecnológicas que desencadeiam reações na sociedade constituem um tipo de controvérsia denominada sociocientífica, por outro lado, aquelas relacionadas às problemáticas de ordem ambiental são chamadas de controvérsias socioambientais.

Ratcliffe e Grace (2003), afirmam que discussões de QSC no contexto educativo contribuem para alcançar determinados objetivos: 1) relacionar conteúdos científicos com problemáticas reais; 2) despertar maior interesse pelo estudo das ciências por parte dos educandos; 3) contribuir para o desenvolvimento de responsabilidade social; 4) propiciar o desenvolvimento da argumentação; 4) contribuir com a aprendizagem dos conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência.

No bojo dessas potencialidades, diversas investigações voltadas para o ensino de ciências têm se dedicado à abordagem das QSC como estratégia de ensino por envolverem discussões acerca dos aspectos sociais, ambientais, políticos, culturais, éticos e morais associadas à ciência e tecnologia (SANTOS e MORTIMER, 2009). Nesse sentido, atualmente, tem sido perceptível o interesse de pesquisadores e educadores em discussões acerca QSC, o que resulta nos últimos anos em um aumento considerável de pesquisas e propostas curriculares voltadas para as salas de aula de ciências. Todavia, entendemos que, apesar da ênfase nas QSC enquanto estratégia para discussões de cunho sociocientífico, existe ainda um vasto campo a percorrer, no sentido de avançar na compreensão da natureza epistêmica de uma QSC, para planejamento de atividades educativas fundamentadas em objetivos que de fato envolvam discussões sociais, e possam engajar os educandos para uma participação sócio-política.

No ensino de ciências, as QSC por sua natureza envolvem discussões acerca do conhecimento científico constituído em um campo controverso. No entanto essa abordagem nem sempre é trabalhada. Como afirma Reis (2009), habitualmente a ciência é retratada como coerente, objetiva, a-problemática e claramente distinguível de atividades não científicas, veiculada a um modelo de racionalidade científica que leva à interpretação de que a ciência é constituída por meio de um método científico, único e sem ambiguidades que desencadeia fatos verdadeiros sobre o mundo natural.

Dessa forma, desenvolver propostas de ensino de ciências que visam discutir QSC, necessariamente envolvem apresentações multifocais dos interesses dos segmentos envolvidos (ex: governo, cientistas e grupos de protesto), conseqüentemente o educando ao examinar as diferentes proposições tende a melhor fundamentar suas decisões. Além de possibilitar a compreensão dos interesses, preocupações e motivações dos agentes envolvidos, também permite compreender as propostas científicas e tecnológicas em questão, o seu

contexto social e político e o seu impacto no público em geral ou em determinadas comunidades (REIS, 2009).

Reis e Galvão (2005) explicitam que as discussões públicas sobre QSC que envolvem controvérsias, exigem a formação de cidadãos com conhecimentos e capacidades para procederem com avaliações responsáveis acerca dos problemas científicos e tecnológicos na sociedade atual. Desse modo, os autores enfatizam que o futuro do conhecimento científico e tecnológico não pode ser responsabilidade apenas dos cientistas, governos, especialistas ou qualquer outro ator social, sendo necessária a constituição de uma cidadania ativa.

Nesse sentido, parece-nos de extrema relevância apresentar caminhos, possibilidades, calcadas no “desenvolvimento da aptidão para contextualizar e globalizar os saberes” (MORIN, 2002a, p. 24). A aptidão para contextualizar segundo Morin (2002a) tende a produzir a emergência de um pensamento “ecologizante”, no sentido de situar todo conhecimento, toda informação em relação à inseparabilidade com seu meio ambiente – (cultural, social, econômico, político). Esse pensamento torna-se inevitavelmente complexo.

Na perspectiva de Morin (2013), a produção do conhecimento científico não apresenta mais os traços reflexivos acerca dessa construção, tornando-se um mero registro de memórias informacionais manipuladas que por sua vez interfere negativamente na participação efetiva dos pesquisadores na produção do conhecimento científico, em outras palavras, “a ciência não controla sua própria estrutura de pensamento. O conhecimento científico é um conhecimento que não se conhece” (p. 20). Nessa ótica, a ciência apresenta-nos cada vez mais, problemas graves referentes ao conhecimento que produz, à ação que determina, à sociedade que transforma. O pensamento complexo reconhece a necessidade de uma visão conjunta advindas de diferentes áreas do conhecimento para pensar, a partir de um olhar questionador a natureza, ou seja, a realidade. Diante disso, Morin sinaliza a busca por uma “epistemologia da epistemologia”, em outras palavras, pensar sobre o conhecimento e, portanto “reformular o pensamento”.

É, nesse sentido, que o presente trabalho é parte de uma pesquisa de doutorado, de cunho teórico, na qual se propõe, a partir do pensamento complexo, elucidar princípios epistêmicos (teóricos-metodológicos) orientadores nas discussões das QSC em aulas de ciências. Salvo os limites em se apresentar/discutir todo legado do pensamento complexo, buscar-se-á relacionar os elementos da natureza epistêmica de uma QSC aos princípios básicos do pensamento complexo de Edgar Morin, quais sejam: 1) dialógico (permite o vínculo entre elementos antagonísticos); 2) recursão organizativa (somos produzidos e produtores); e 3) hologramático (o todo está nas partes e as partes estão no todo).

O Pensamento Complexo e a natureza epistêmica das QSC

O pensamento complexo se firma na crítica aos limites do pensamento cartesiano. Temos que superar o modo unilateral como concebemos a ciência, ou seja: ciência “boa” e a ciência “má”. Cabe então superarmos o pensamento simplificador, e dispormos de um pensamento que seja capaz de conceber e compreender a ambivalência, ou seja, a complexidade intrínseca presente no cerne da ciência. Para superação do pensamento simplificador, reducionista, fragmentado acerca do conhecimento científico, e para viabilizar a reforma do pensamento, Morin sugere a necessária compreensão do ser e a reflexão do saber, sendo este considerado a partir de seus múltiplos e diferentes aspectos que os tornam complexos.

A crítica de Morin (2002b) ao modelo hegemônico de ciência, também conhecido como pensamento cartesiano está justamente na separação entre o sujeito pensante e a coisa pensada, trata-se do “Princípio da Especialização” formulado por Descartes, no qual consiste

na separação da filosofia da ciência, das matérias umas das outras, do ambiente e do sujeito. A distinção se torna disjunção, quando se separam e isolam os processos e fenômenos, excluindo o aspecto oposto, o considerando inexistente. Embora esse princípio tenha se revelado fecundo para numerosas descobertas, não soube reconhecer que muitas ideias surgem das incertezas e muitas descobertas nasceram de forma interdisciplinar. Para Morin (2002b) o modelo cartesiano fundado na causalidade linear, na verdade quase absoluta da valorização a indução, não considera as contradições.

De acordo com a etimologia, complexidade vem do latim *complexus*, que significa “o que é tecido em conjunto”. A partir dessa definição primária já podemos identificar a ideia de conjunto e junção. O pensamento complexo proposto por Edgar Morin, também conhecido como “teoria da complexidade” e “epistemologia da complexidade” tem como fundamento três teorias: teoria da informação, cibernética e teoria dos sistemas (MORIN, 2011). A partir da integração dessas três teorias bem como da introdução de desenvolvimentos conceituais sobre auto-organização de outros autores como Ilya Prigogine, Edgar Morin consolidou a base para a sua teoria. Morin (2011) reconhece três elementos (ou princípios) estruturantes para o pensamento complexo: 1) dialógico; 2) recursão organizacional e; 3) hologramático. Cada princípio elenca elementos que propiciam uma compreensão das suas proposições teóricas.

O princípio dialógico permite associar dois termos antagônicos e, ao mesmo tempo complementares. É manter a dualidade dentro da dualidade, buscando as inter-relações entre as coisas que são tidas separadamente. Essa ideia foi derivada, entre outros, da teoria da dualidade onda-partícula do físico Niels Bohr. Trata-se de um princípio que possibilita a articulação de ideias, a religação de diferentes saberes, construindo relações das partes com o todo, em busca de uma compreensão significativa. O saber passa a ser resultante da articulação de uma rede de conhecimentos não mais pertencentes às disciplinas segmentadas e, sim, ao nível da articulação, da unidade do diverso. Para Morin (2000), o operador metodológico da complexidade é o princípio dialógico: “O princípio dialógico se funda na associação de noções que são ao mesmo tempo complementares, concorrentes e antagônicas, porém, indissociáveis e indispensáveis para compreensão de uma mesma realidade” (p. 201).

A recursão organizacional como um dos elementos estruturantes do pensamento complexo, se fundamenta na autoprodução e auto-organização. Trata-se de se considerar a relação produto-produtores, em outras palavras, produtos são os próprios produtores do que se é produzido. Como afirma Morin “Os indivíduos humanos produzem a sociedade em e mediante as suas interações, mas a sociedade, enquanto um todo emergente, produz a humanidade desses indivíduos trazendo-lhes a linguagem e a cultura” (2000, p. 204).

O princípio hologramático deriva da ideia de holograma, como mencionado por Morin (2011) “Um holograma é uma imagem em que cada ponto contém a quase totalidade da informação sobre o objeto representado” (p. 302). Se firma no paradoxo entre o uno e o diverso e, portanto nos remete a pensar na parte-todo, no simples-complexo em sua relação de interdependência. Para Morin (2011), o princípio hologramático significa que não apenas a parte está num todo, mas que o todo está inscrito, de certa maneira, na parte.

Como observa-se nas descrições acima, Morin (2011) define princípios para dar conta da realidade, ou seja, da complexidade. São princípios orientadores que nos levam as reflexões acerca dos fenômenos e processos sociais. Tudo isso requer uma reforma do pensamento, pois a tomada de consciência das realidades complexas requer um pensamento e um método capazes de religá-las (MORIN; ALMEIDA; CARVALHO, 2013). Entendemos que toda QSC possui elementos epistêmicos que conferem especificidades nas quais a definem, sendo esses elementos configuradores da natureza epistêmica de uma QSC. Inicialmente é preciso questionar se trata-se de um tema sociocientífico ou não. A problemática reside em: se

consideramos que uma QSC para ser compreendida como tal necessariamente envolve discussões no campo científico (técnico), e nas relações com o âmbito social, ao mesmo tempo é preciso reconhecer a limitação dessa visão sobre a questão, pois não se consegue compreendê-la pelo viés científico unicamente.

Sendo assim, no presente trabalho, por meio do pensamento complexo, e das nossas referências teóricas acerca das QSC, buscamos elucidar categorias que possam nos ajudar na compreensão e, portanto definição da natureza epistêmica das QSC para sua abordagem no ensino de ciências. Trata-se de uma tentativa de elucidar os elementos da natureza epistêmica das QSC, e que portanto visa descrever o que há de comum e ao mesmo tempo específico para o reconhecimento das mesmas.

Assim, sinalizamos quatro possíveis categorias analíticas sem a pretensão de limitar a complexidade que as mesmas envolvem. São elas: 1) **Elemento controverso**: caracteriza-se pela necessária interação entre interpretações/argumentos de cunho epistêmico (oriundos do conhecimento científico) e não epistêmico (oriundos de crenças e emoções); 2) **Valorativo**: sinaliza a dimensão moral e ética que reside na QSC, pois é no campo valorativo que se faz presente discussões de cunho filosófico e ontológico; 3) **Interdisciplinar/Transdisciplinar**: caracteriza-se pela necessária articulação de saberes plurais, trata-se do elemento que situa a QSC em um campo histórico, cultural, social e até mesmo filosófico, permeado por contradições; 4) **Incerto**: este elemento reside na QSC por considerar a complementaridade dos opostos, ou seja, a articulação das dualidades (certeza e incerteza), e não a sua dicotomização. Considera o “contrário” como gerador de novas interpretações.

É preciso reconhecer que cada elemento comporta graus, dimensões de interpretação. Nesse sentido, a partir da base teórica advinda do pensamento complexo de Edgar Morin, apresentamos na sessão a seguir uma descrição dessa análise tendo como exemplo o tema “mudanças climáticas globais – aquecimento global”, tema controverso que tem sido debatido sob diferentes perspectivas interpretativas de abordagem como no Fórum da *Cultural Studies of Science Education* (BRYCE; DAY, 2014; COLUCCI-GRAY, 2014; FENSHAM, 2014; SANTOS, 2014).

O olhar complexo para a análise da natureza epistêmica das QSC

As controvérsias como parte da natureza das QSC sinalizam a necessidade de envolver argumentos de cunho epistêmico e não epistêmico. Os argumentos epistêmicos são aqueles oriundos do processo científico e, os não epistêmicos podem ser compreendidos como aqueles advindos das nossas crenças, emoções, influências, por exemplo, do campo político, cultural e religioso. As controvérsias são o cerne das QSC, pois questões dessa natureza envolvem necessariamente diferentes opiniões. A abordagem dessas controvérsias está situada em um campo de constantes disputas baseadas em fatos com diferentes perspectivas, que por sua vez envolvem o conflito de diferentes ações que se firmam em uma disputa relativa a valores e, portanto se fundamentam em discussões de cunho filosófico e ontológico. Ou seja, envolver as contradições no ensino de ciências por meio das QSC é situar as controvérsias por meio de argumentos, evidências que não são compreendidos unicamente pelo viés científico. Não há certo ou errado, há diferentes interpretações advindas de diferentes campos do saber. O pensamento complexo pressupõe conexões, relações e contradições que formam o social. Como afirma Morin (2002b), é preciso que o conhecimento das informações ou dos dados seja situado em seu contexto para que adquiram sentido. O autor explicita ainda que “o todo tem qualidades ou propriedades que não são encontradas nas partes, se estas estiverem isoladas umas das outras, e certas qualidades ou propriedades das partes podem ser inibidas pelas restrições do todo (p. 37).

Vejamos as mudanças climáticas globais (ou aquecimento global) um exemplo como possibilidade para refletirmos sobre considerar um tema ser sociocientífico ou não. Questionamento inicial: *As discussões sobre as causas das mudanças climáticas globais envolvem aspectos relacionados à ciência e tecnologia?* Sim, pois a comunidade científica tem se dedicado há anos na elaboração de modelos climáticos para produção de informações sobre estimativas de certos aspectos do tempo (como temperatura, pressão, precipitação, etc.), bem como variações estatísticas dessas estimativas, durante longos períodos de tempo. Cabe mencionar ainda que os cálculos numéricos são feitos em um supercomputador que esteja executando um modelo climático. *Envolve controvérsias?* Sim, no entanto é preciso (re)significar a ideia simplista de que a controvérsia reside em considerar as mudanças climáticas resultantes das ações antrópicas ou se trata-se de causas de ordem natural do ciclo da Terra. Garvey (2010) afirma que é consenso entre os especialistas do mundo todo sobre a mudança do clima e sobre nosso papel nessa mudança. Nesse sentido, cabe explicitar que as controvérsias residem nas diferentes opiniões/interpretações que não advém somente do campo técnico, como mencionado anteriormente (controvérsias de cunho epistêmico e não epistêmico). Como afirma Garvey (2010), o tema “mudanças climáticas” necessariamente envolve aspectos de ordem política, econômica, científico ou social e, é lógico e irrevogável que ações que prezam a mudança climática, não devem ser somente advindas desses campos. Para o autor essa problemática é de cunho amplamente moral, pois o que depende fazermos em relação a ela depende do que trata ser importante para nós e do que pensamos ser correto, portanto envolve o elemento *valorativo*. É no campo valorativo que se faz presente discussões de cunho filosófico e ontológico.

A questão climática global é considerada uma QSC que envolve o elemento *interdisciplinar*? Questões de ordem ambiental, necessariamente envolvem vários campos do saber para serem discutidas/compreendidas. A interdisciplinaridade é apontada como princípio para evitar reducionismos de ordem técnica das disciplinas. No entanto é preciso superar a visão simplista de que abordar a interdisciplinaridade é “juntar” diferentes conhecimentos das áreas específicas. Ao contrário, isso estaria corroborando ainda mais com a fragmentação do conhecimento. Assim, é importante que essa problemática seja situada em um campo histórico, social e até mesmo filosófico, permeado por contradições. Uma problemática de cunho ambiental é complexa por natureza. Para Morin (2012), a disciplina é “uma categoria organizadora dentro do conhecimento científico; ela institui a divisão e a especialização do trabalho e responde à diversidade das áreas que as ciências abrangem” (p. 105). É justamente por isso que as disciplinas tendem a se fechar dentro dos seus próprios domínios, no entanto, a interdisciplinaridade pode indicar um caminho profícuo na “re-ligação” dos saberes, como afirma Morin (2012) “interdisciplinaridade pode significar também troca e cooperação, o que faz com que a interdisciplinaridade possa vir a ser alguma coisa orgânica” (p. 115). Para o autor a interdisciplinaridade precisa ir mais além, em busca da transdisciplinaridade caracterizada “frequentemente de esquemas cognitivos que podem atravessar as disciplinas, às vezes com tal virulência, que as deixam em transe.” (MORIN, 2012, p. 115). Morin (2012) destaca que a interdisciplinaridade apenas faz com que as disciplinas “colaborem” umas com as outras em função de um determinado projeto. No caso da transdisciplinaridade, é necessário um pensamento que vai para além das disciplinas, e com a colaboração de todas, possa organizar novas formas de pensamento.

O elemento *incerto* reside em uma QSC? O princípio da incerteza na física quântica de acordo com Santos (2008) contrapõe-se às mensagens dualistas dicotomizadas, que priorizam somente a dimensão que contribui para a construção da ordem, da certeza, tornando-se uma visão parcial, reducionista, determinista e objetivista. Ao encararmos a incerteza como categoria de análise interpretativa torna-se importante rompermos com uma visão

determinista de causalidade e efeito. A análise/discussão de uma QSC envolve o “princípio da incerteza” por considerar a complementaridade dos opostos, ou seja, as diferentes perspectivas acerca da mesma, portanto, necessariamente envolve a articulação das dualidades (certeza e incerteza), e não a sua dicotomização. No caso das mudanças climáticas, Garvey (2010) explicita sobre a incerteza ao questionar: “é uma dimensão que pode ser razão mais comum para se fazer pouco, ou não se fazer nada?” mais adiante ressalta que essa dimensão serve como fundamento para ação, e não como motivo para a inação (p. 79). Para Morin (2011) “se o conhecimento é radicalmente relativo e incerto, o conhecimento do conhecimento não pode escapar a essa relatividade e a essa incerteza. Mas a dúvida e a relatividade não são somente corrosão; podem tornar-se também estímulo” (p.23). Santos (2008) ressalta que: “tem-se certeza de algumas coisas, porém, na tomada de decisões, tem-se de pensar na multiplicidade de fatores implicados e incertos” (p. 79). Em outras palavras, é preciso considerar que os contrários geram interpretações que irão consubstanciar as nossas decisões, pois tomar decisões frente à incerteza é considerar as inúmeras variáveis imbricadas à questão estudada.

Considerações Finais

As discussões advindas das QSC são importantes estratégias para abordagem de aspectos históricos, políticos, econômicos, culturais, ambientais, éticos e morais. No entanto é preciso reiterar que essas questões são assim identificadas porque estão imbricadas ao questionamento acerca da neutralidade da produção científica. Nesse sentido, é preciso (re)significar as QSC em um contexto que supere a identificação de fatos, assim como a perspectiva bilateral do certo-errado. Em outras palavras, é preciso que sejam identificados os argumentos, as crenças e valores, pois assim entendemos que se trata de um campo profícuo para se pensar o impensado, pois pensar dessa forma implica explorar a multiplicidade de sentidos e significados.

Portanto a proposta categorial de análise da natureza epistêmica das QSC a partir do pensamento complexo enfatiza a necessidade de agregar a essas discussões elementos de ordem filosófica e ontológica. Na proposição dessa análise, perceberemos que as QSC pressupõem compreensões relacionadas a ideia de sujeito, de mundo, de sociedade, portanto envolvem justificações advindas das nossas crenças, e é justamente nesse campo que reside os estatutos filosófico e ontológico. Dessa forma, buscamos nos princípios estruturantes do pensamento complexo, enfatizar que o planejamento de atividades dessa natureza devem superar o viés metodológico, quer dizer, para a ação é preciso pensar as QSC no contexto “ecologização”, da multidimensionalidade, da negociação, da reflexão, para se auto reformar o pensamento (o conhecimento) como uma possibilidade propulsora para/na formação de cidadãos engajados politicamente.

Agradecimentos e apoios

OBEDUC – Projeto Observatório da Educação CAPES, pela bolsa de estudos.

Referências

BRYCE, T. G. K.; DAY, S. P. Scepticism and doubt in science and science education: the complexity of global warming as a socio-scientific issue. In: **Cultural Studies of Science Education**, V. 9, 2014, p. 599–632.

COLUCCI-GRAY, L. Beyond evidence: a critical appraisal of global warming as a socio-scientific issue and a reflection on the changing nature of scientific literacy in school. In: **Cultural Studies of Science Education**, V. 9, 2014, p. 633–647.

FENSHAM, P. J. Scepticism and trust: Two counterpoint essentials in science education for complex socio-scientific issues. In: **Cultural Studies of Science Education**, V. 9, 2014, p. 649–661.

GARVEY, J. **The Ethics of Climate Change. Right and Wrong in a Warming World.** Continuum International Publishing Group, Londres, Inglaterra. Tradução: Edições Rosari. São Paulo: Edições Rosari, 2010.

MENDES, M. R. M. SANTOS, W. L. P. dos. Argumentação em discussões sociocientíficas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.18, n. 3, 2013, p. 621-643.

MORIN, E.; LE MOIGNE, J-Louis. **A Inteligência da Complexidade.** São Paulo: Petrópolis, 2000.

MORIN, E.; ALMEIDA, M. da C.; CARVALHO, E. de A. (orgs.). **Educação e Complexidade: os sete saberes e outros ensaios; tradução de Edgar de Assis Carvalho – 6ªed.** São Paulo: Cortez, 2013.

_____. Os desafios da complexidade. In: **A Religação dos Saberes – O desafio do século XXI - idealizadas e dirigidas por Edgar Morin.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002a.

_____. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro.** 5ª ed. São Paulo: Cortez; Brasília-DF: UNESCO, 2002b.

_____. **Método 3: O Conhecimento do Conhecimento.** 4ª ed. Tradução: Juremir Machado da Silva. Porto Alegre: Sulina, 2011.

_____. **A Cabeça bem-feita: Repensar a Reforma, reformar o pensamento.** 20ª ed. Tradução: Eloá Jacobina – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues.** Maidenhead: Open University Press, 2003.

REIS, P. G. Ciência e Controvérsia. **Revista de Estudos Universitários**, v. 35, n. 2, 2009, p. 9-15.

_____. Da Discussão à ação sóciopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 3, n. 1. 2013, p. 1-10.

_____.; GALVÃO, C. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, V. 10, n. 2, 2005, p. 131-160.

SADLER, T. D. Informal reasoning socioscientific issues: A critical review of research. In: **Journal of Research in Science Teaching**, V. 41, n. 5, 2004, p. 513-536.

SANTOS, A. Complexidade e transdisciplinaridade em educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido. In: **Rev. Bras. Educ.**, V.13, n.37, 2008, p. 71-83.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. In: **IENCI**, V. 14, n. 2, 2009, p. 191-218.

_____. Debate on global warming as a socio-scientific issue: science teaching towards political literacy. In: **Cultural Studies of Science Education**, V. 9, 2014, p. 599–632.