

ENERGIA NUCLEAR NO ÂMBITO DA EDUCAÇÃO CTS¹

Roseline Strieder
Universidade de Brasília

G. Watanabe, I. Gurgel
Universidade de São Paulo

RESUMO: Este trabalho tem por objetivo investigar de que maneira o tema Energia Nuclear tem sido abordado no âmbito da Educação CTS, em especial no que se refere às intenções educacionais, aos conteúdos e estratégias que têm sido priorizados nesse contexto. Analisa-se também se essa temática é considerada em sua complexidade ou se prevalecem perspectivas reducionistas. Para tanto, analisou-se a produção brasileira em Ensino de Ciências, por meio de trabalhos sobre o assunto publicados nas atas dos seguintes eventos: I ao VIII ENPEC e I ao III SIACTS. Os cinco trabalhos encontrados foram lidos na íntegra e analisados mediante a Análise Textual Discursiva e, dentre os resultados, destaca-se a preocupação com o desenvolvimento de posicionamentos críticos sobre o tema; a necessidade em reconhecer as limitações do conhecimento científico frente às questões CTS, e a importância de considerar conhecimentos que não têm feito parte dos currículos de educação científica brasileira.

PALAVRAS CHAVE: Educação CTS; energia nuclear; complexidade.

OBJETIVOS

Discussões sobre Energia Nuclear têm sido constantes na sociedade, estando presentes em diferentes momentos históricos. Ao mesmo tempo, no âmbito da educação científica brasileira, vem se intensificando a preocupação com a formação de cidadãos críticos e participativos. Contudo, a atuação crítica em relação a assuntos que envolvem os riscos e incertezas, como é o caso da Energia Nuclear, implica em considerar uma série de elementos e variáveis que extrapolam os conhecimentos científicos, como sinalizam as discussões presentes em Auler e Santos (2011), Lujan e Echeverría (2009) e Santos e Mortimer (2001). Diante disso, cabe questionarmos de que forma a educação científica brasileira tem abordado o tema Energia Nuclear e, associado a isso, que elementos e dimensões têm sido priorizados nessas discussões.

Dentre as diversas perspectivas educacionais preocupadas com o desenvolvimento de posicionamentos críticos e com a participação social, encontra-se a Educação CTS. Como destacam Garcia *et al.* (1996), um dos objetivos do Movimento CTS é a busca pela participação da sociedade nos rumos do desenvolvimento científico e tecnológico. Dessa forma, o interesse do presente trabalho volta-se à forma com que a questão da Energia Nuclear tem sido trabalhada no âmbito da Educação CTS. Em especial, estaremos atentos às indicações dadas por pesquisas recentes que consideram que temáticas

1. Apoio CNPq

que envolvem ciência e sociedade devam ser pensadas na perspectiva da complexidade (Watanabe-Caramello, 2012; Veiga, 2011). Diante disso, o objetivo deste trabalho é investigar intenções, conteúdos e estratégias que têm sido priorizadas nesse contexto.

MARCO TEÓRICO

O desenvolvimento de posicionamentos críticos em processos envolvendo ciência e tecnologia implica em considerar, necessariamente, muitos elementos que fogem às Ciências Naturais e é em função disso que, por exemplo, Lévy-Leblond (2006) aponta que mesmo sendo um especialista em Física Nuclear não se considera apto a decidir sobre as questões nucleares.

Também Veiga (2011) apresenta vários argumentos que exemplificam essa problemática, indicando a presença de variáveis de distintas naturezas na mesma situação. Além disso, pode-se notar que muitos dos argumentos são possibilidades ainda não realizadas; por exemplo, a promessa de redução de custos por meio de investimentos envolve uma crença de que a ciência progredirá em direção a tecnologias mais seguras e promoverá a redução de custos.

Esses discursos apontam para a complexidade do problema e para a necessidade de incorporar novos olhares na forma de compreender o mundo, o que nos remete à proposta de Morin (2007), em especial, ao evidenciar a necessidade de repensar o mundo, a forma de tratar as relações que nele se estabelece, tomando como referência o conceito de pensamento complexo. Ainda nesse contexto, cabe ressaltar as ideias de Beck (2010) ao apontar para questão da reflexividade enquanto fundamental no processo de tomada de decisão frente a uma questão complexa, permeada pelos riscos que a nossa sociedade nos impõe. Ao mesmo tempo, na perspectiva das Ciências Naturais, tomando como referências ideias de Prigogine e Stengers (1984) a complexidade ganha um viés mais sistemático, de modo que ciência também passa a incorporar aspectos do não equilíbrio e elementos dinâmicos para tratar questões complexas, como as ambientais. Essa visão requer renunciar às categorias de simplicidade, ordem e regularidade em prol da complexidade, caracterizada pela desordem e caos, auto-organização etc.

Uma perspectiva crítica diante dessas situações, portanto, deverá ser compreendida como o reconhecimento das diferentes dimensões envolvidas no problema e, sendo assim, na avaliação sobre como cada setor da sociedade é afetado quando se toma determinadas decisões. No entanto, este processo de consciência não implica que cada decisão possa ser julgada em termos de veracidade, pois as mesmas sempre estarão cercadas de incertezas. Assim, esse posicionamento crítico requer considerar a possibilidade de revisão e reposicionamento frente à evolução da dinâmica social, o que implica em buscar uma formação escolar na qual o sujeito esteja preparado para mudar suas posições frente às novas relações que vivencia.

Diante desse panorama, cabe analisar como propostas educacionais, centradas em discussões sobre a Energia Nuclear, têm trabalhado com essas questões e quais as escolhas e encaminhamentos têm sido adotados. Por considerarmos que as propostas baseadas na abordagem CTS são as que mais atendem as preocupações anteriormente indicadas, nosso estudo se restringirá na análise de trabalhos que se vinculam a esta abordagem.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho optou-se por analisar a produção da área de Ensino de Ciências no Brasil, mais especificamente, a que se auto identifica com a Educação CTS. Para tanto, foi realizado um levantamento de artigos brasileiros publicados nos anais dos seguintes eventos: I ao VIII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências (ENPEC) realizados no período de 1997 a 2011;

I ao III Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino de Ciências (SIACTS), realizados no período de 2000 a 2012. Optou-se por esse universo de pesquisa devido sua representatividade na área de Ensino de Ciências e, especificamente, no caso do segundo evento, na Educação CTS; além disso, por eles abarcarem estudo das áreas de Física, Química e Biologia, inclusive propostas interdisciplinares.

Para a localização dos trabalhos buscou-se nos títulos, resumos e palavras-chaves as palavras: CTS, energia e nuclear. Em seguida, a partir da leitura dos resumos desses trabalhos, foram selecionados os balizados por pressupostos CTS e que se referem ao tema Energia Nuclear. De antemão, cabe destacar que em grande parte dos trabalhos, o tema Energia Nuclear comparece à medida que são traçadas considerações sobre a questão energética num contexto mais amplo. Apenas em cinco trabalhos o foco é, propriamente, o tema Energia Nuclear. Dentre esses, encontra-se um estudo que investiga compreensões de alunos do Ensino Médio sobre o tema (Costa, Dores e Lira-da-Silva, 2011); dois que apresentam propostas desenvolvidas na Educação Básica (Pitanga, 2010 e Silva, Pessanha e Bouhid, 2011) e dois que apresentam reflexões de discussões realizadas no contexto da formação de professores, associadas ao processo de elaboração de propostas educacionais (Monteiro, Gouvêa e Sánchez, 2010 e Sorpreso e Almeida, 2012).

Esses cinco trabalhos foram lidos na íntegra e analisados seguindo a metodologia da Análise Textual Discursiva (Morais e Galiuzzi, 2007). Como parâmetros de análise foram priorizadas as intenções e objetivos dos autores dos estudos relacionando-os à abordagem do tema; os conhecimentos selecionados e as estratégias didático-pedagógicas utilizadas ou recomendadas para alcançá-los.

RESULTADOS

Nesses trabalhos, ainda que não haja um consenso e nem uma única intenção, prevalece, explicitamente, a preocupação com o desenvolvimento de um pensamento crítico por parte de alunos e professores sobre a Energia Nuclear. Cabe destacar que esse pensamento crítico almejado associa-se tanto à capacidade de discussão e compreensão dos critérios utilizados para a escolha do uso de um determinado tipo de energia em um País, quanto à avaliação dos riscos e benefícios que o uso da Energia Nuclear pode acarretar para a sociedade. Também, no caso dos trabalhos voltados à formação de professores, há uma preocupação com as influências culturais, históricas e sociais sobre as concepções e ações dos mesmos.

Com relação aos conteúdos abordados, os trabalhos analisados destacam, basicamente, a importância das seguintes discussões: presença da energia nuclear tanto na matriz brasileira quanto nas de outros países; argumentos (prós e contras) sobre a utilização das diferentes fontes de energia, dando ênfase aos impactos ambientais e às questões econômicas; princípio de funcionamento de uma usina (indução eletromagnética); constituição dos elementos que formam a estrutura nuclear, processos de fissão e fusão, reações em cadeia, moderadores, composição das usinas e tipos de reatores. Ressalta-se que todas essas discussões não estão presentes em um mesmo trabalho, mas compõem um panorama do que tem sido abarcado nos 5 trabalhos analisados, ou seja, do que tem sido priorizado nas discussões sobre o tema.

Quanto às estratégias didático-pedagógicas, há um incentivo ao desenvolvimento de debates, onde os alunos são colocados a discutir sobre o tema e a se posicionarem. Em alguns casos, foi solicitada ao final do debate, a elaboração de um texto individual sobre o assunto, no qual os alunos deviam explicitar suas opiniões sobre a questão da utilização da Energia Nuclear. Também se faz presente o uso de materiais de revistas de divulgação científica, filmes e documentários sobre o assunto.

CONCLUSÕES

Como apontam os resultados, as intenções e objetivos das propostas analisadas centram-se na busca pelo posicionamento crítico sobre a questão. Contudo, em alguns casos, esse posicionamento vêm associado a uma perspectiva de participação da sociedade somente na avaliação dos impactos pós produção e não, propriamente, na definição dos rumos do desenvolvimento científico-tecnológico, o que, por sua vez, implicaria em participar na definição das agendas de pesquisa. Também, quando a intenção relaciona-se à compreensão dos critérios utilizados por especialistas para a tomada de decisões, são enfatizados aspectos técnicos e conhecimentos científicos.

Associado a isso, os conteúdos selecionados, principalmente nas propostas voltadas ao Ensino Médio, centram-se em conceitos científicos e no funcionamento de equipamentos e artefatos. Contudo, como discutido anteriormente, esses conhecimentos não são suficientes para o desenvolvimento de posicionamentos críticos frente aos problemas relacionados à energia nuclear. Da mesma forma, não são suficientes as discussões de implicações ambientais e/ou econômicas sem levar em consideração as especificidades do contexto onde a usina será implantada.

Dessa forma, ainda que o desenvolvimento de debates sobre o assunto seja uma estratégia interessante, deve-se atentar ao fato de que as decisões no campo da Energia Nuclear são permeadas por incertezas e especificidades, sendo tomadas considerando elementos que extrapolam o conhecimento científico. Assim, de certa forma, cabe reconhecer os riscos e incertezas associados a essa questão.

Nesse contexto é importante destacar a necessidade de incorporar a perspectiva da complexidade no tratamento das questões nas quais as incertezas ganham espaço, tal como anunciavam Morin (2007) e Prigogine e Stengers (1984). Isso requer promover uma reflexão mais abrangente, implicando considerar aspectos dinâmicos e complexos tanto sob a perspectiva da ciência, quanto de uma formação mais ampla. Nesse caso, propõe-se dar espaço para que os alunos tomem contato com diferentes olhares sobre o mesmo assunto (posicionamento político, econômico, cultural ambiental etc.) para que possam se posicionar.

Também, cabe destacar a quantidade de trabalhos encontrados, apenas cinco. O que pode estar associado à ausência do conteúdo nos currículos escolares e livros didáticos. Inclusive, a necessidade de currículos mais abertos frente a problemas contemporâneos tem sido reivindicada no âmbito da Educação CTS (Santos e Auler, 2011).

Por fim, o reconhecimento desse limite do conhecimento científico frente às questões CTS não implica na desvalorização da educação científica. Pelo contrário, esperamos que as reflexões anteriores possam auxiliar no estabelecimento de práticas educacionais que sejam coerentes com seus objetivos, em especial, quando esses relacionam-se ao desenvolvimento do pensamento crítico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beck, U. *Sociedade de Risco*. São Paulo: Editora 34, 2010.
- Costa, I.G, Dores, J.R.L, Lira-da-Silva, R.M. (2011) Percepção dos Estudantes do Ensino Médio da Rede Pública de Salvador, Bahia sobre Energia Nuclear. *VIII ENPEC*, Campinas/SP.
- García, M.I.G. *et al.* (1996) *Ciência, tecnologia y sociedad*. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos.
- Lévy-Leblond, J. M. (2006) Cultura Científica: Impossível e Necessária. In: Vogt, c.. (Org). *Cultura Científica: Desafios*. São Paulo: EDUSP.
- Luján, J.L.; Echeverría, J. (Eds.) (2009) *Gobernar los riesgos*. Ciencia y valores en la sociedad del riesgo. Biblioteca Nueva, S.L., Madrid.

-
- Monteiro, R.; Gouvêa, G.; Sánchez, C. (2010) CTSA e a formação continuada de professores: o caso do Município de Angra dos Reis. *II SIACTS-EC*, Universidade de Brasília, Brasília/DF/Brasil.
- Moraes, R.; Galliazzzi, M. C. (2007) *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Unijuí.
- Morin, E. (2007). *Introdução ao pensamento complexo*. 3ª ed. Porto Alegre: Sulina.
- Pitanga, A.F. (2010) Energia Nuclear: matriz energética viável a produção de energia elétrica? Um enfoque CTS para o estudo de radioatividade. *II SIACTS-EC*, Universidade de Brasília, Brasília/DF/Brasil.
- Prigogine, I.; Stengers, I. (1984). *A nova aliança*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Santos, W.L.P; Mortimer, E. (2001) Tomada de decisão para a ação social responsável no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, v.7, n.1.
- Santos, W.L.P; Auler, D. (orgs.) (2011) CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora da Universidade de Brasília.
- Silva, F.L.; Pessanha, P.R.; Bouhid, R. (2011) Abordagem do tema controverso Radioatividade/Energia Nuclear em sala de aula no Ensino Médio – Um Estudo de Caso. *VIII ENPEC*, Campinas/SP.
- Sorpreso, T.; Almeida, M.J. (2012) Análise do funcionamento de uma unidade de ensino sobre Energia Nuclear com abordagem CTS. *III SIACTS-EC*, Espanha.
- Veiga, J. E. (Org.) (2011) *Energia Nuclear: do anátema ao diálogo*. São Paulo: SENAC.
- Watanabe-Caramello, G. (2012). *Aspectos da complexidade: contribuições da Física para a compreensão do tema ambiental*. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.