

A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI\MOSSORÓ: PROPOSTA TEMÁTICA PARA A LICENCIATURA EM QUÍMICA COM ENFOQUE CTSA

Albino Oliveira Nunes
Josivânia Marisa Dantas
Luiz Di Souza

INTRODUÇÃO

O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) ou em inglês (STS) surgiu nos Estados Unidos da América, na educação universitária, como campo de estudo e designa tendências diferentes no estudo social da ciência e da tecnologia. Surgida entre a década de 60 e 70, como uma resposta a relação desequilibrada que a sociedade mantinha com o a ciência e a tecnologia (MEMBIELA, 2001; CERESO, 1998).

Outros autores como Sutil (2008), situam no pós Segunda Guerra e na descrença gerada com os efeitos danosos da ciência e tecnologia durante aquela, o surgimento do campo de estudo designado como CTS. O que passa a ser posto em questão naquele instante é a linearidade, ou seja, os avanços do binômio CT são necessariamente os avanços do bem-estar social.

O surgimento da sigla CTSA é explorado por Tomazello (2009) em sua palestra sobre o movimento CTSA, segundo a qual a letra “A” foi incorporada à sigla tradicional CTS, quando da transposição do campo de estudo para o ensino de ciências, como forma de dar ênfase às questões ambientais.

Paralelo ao movimento CTSA, muitos autores sinalizam para a alfabetização científica e tecnológica (Chassot, 2007; Cajas, 2001), mas esta não pode apenas ser a transmissão do conhecimento científico e tecnológico baseado em ideais salvacionistas e/ou deterministas, mas sobretudo uma alfabetização que promova a discussão sobre a ciência e a tecnologia, problematizando seus usos, suas limitações e sua relação com as questões socioambientais. Objetivos estes que se relacionam com os objetivos de uma educação com enfoque CTSA.

No entanto, faz-se necessário pensar a formação dos docentes que atuarão no ensino básico e desenvolver recursos didáticos que forneçam as condições materiais e teóricas para que seja possível um letramento científico dentro deste enfoque de ensino. Ainda que já existam trabalhos sobre a formação do educador químico com enfoque CTS, a nível local essa

discussão somente agora começa ser suscitada, passando este enfoque de ensino a fazer parte dos currículos oficiais das licenciaturas em química do Rio Grande do Norte.

Desta forma, o presente trabalho visa relatar uma proposta didática para trabalhar as relações CTSA na educação química dentro das licenciaturas a partir da realidade local nas cidades de Mossoró, Apodi e Pau dos Ferros, cidades que fazem parte da bacia do Rio Apodi-Mossoró no estado do RN e contam com cursos de licenciatura em química em funcionamento.

CONTEXTO E REALIDADE LOCAL: O RIO MOSSORÓ, SUA HISTÓRIA E SEUS POLUENTES

A primeira etapa desta pesquisa constitui-se em análise documental de livros, artigos, e trabalhos científicos que tratam direta ou indiretamente da bacia do Rio Apodi-Mossoró. Descremos a seguir os dados históricos e resultados de pesquisas que corroboram a idéia de que a bacia do rio constituía-se um tema adequado para discutir as relações CTSA naquela região.

A cidade de Mossoró é banhada pela Bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró e suas histórias podem ser confundidas como salientam Cascudo (1996), Souza (1995) e Câmara (2007). Segundo Cascudo o nome do Rio e da cidade provêm de uma tribo dos Cariris chamada Mouxorós ou Monxorós, “os quais faziam uso de suas águas e da mata ciliar para a caça, pesca e coleta de raízes e frutos”. Essa tribo vivia às margens do rio resistindo à dominação portuguesa das terras e assaltando gado, sendo sua procedência desconhecida, Sabendo-se apenas que foi expulsa para a região de São José do Mipibu, onde se dispersou etnicamente.

Ainda em outro momento Cascudo comenta sobre a importância do Rio para a cidade:

“A água fixa o homem. Em Mossoró há uma batalha de duzentos anos para fixar a água. Era uma região conquistada por gado, mas a própria pecuária determinaria o aspecto disperso e fragmentário do povoamento. Mas a população se adensou nos pontos ásperos onde ainda hoje é uma surpresa a cidade ter nascido contra a permanência de fatores negativos. (...)

Ainda em 1910 o grande Felipe Guerra citava as 22 cisternas e 25 cacimbas existentes em toda a cidade. E informava que estas últimas fornecem péssima água, intragável. (...)

O rio orientava a fixação demográfica. A câmara Municipal de Apodi, certificando em 10 de julho de 1838, sobre os pretendidos limites pleiteados pelos mossoroenses para sua futura Freguesia, informava não haver habitações fora das margens do Rio Mossoró que é o mesmo Apodi.” (CASCUDO, 1996).

Com relação ao que afirma Cascudo, da luta pela fixação da água no território mossoroense, podemos acrescentar o que descrevem Araújo et al (2007).

“ Com a intenção de evitar as enchentes que deixavam as vazantes submersas, a população, na década de oitenta (do século dezenove), resolveu canalizar o rio. O desvio fez com que o rio começasse a secar, e em 1905 o rio Mossoró parou de correr por trinta meses. Por isso, em 1917 o engenheiro Pedro Ciarlini foi chamado para construir obras contra as secas, entre as quais, as barragens no rio Mossoró. Foram construídas sete barragens espalhadas ao longo do rio, assim o rio não mais secava, mas a qualidade da água represada não atendia as condições de potabilidade. (...)

Atualmente, o problema das enchentes foi sanado a partir do controle de vazão do rio por intermédio da Barragem de Santa Cruz que fica a montante do município. O sítio barrável está localizado sobre o rio Apodi, na Bacia do Apodi-Mossoró, no boqueirão denominado Santa Cruz, distante 18 km a montante da sede do município de Apodi/RN.” (ARAÚJO et al, 2007)

Vemos nestes relatos, como a população da cidade tem uma longa convivência com este que é o maior rio do Estado do Rio Grande do Norte. Mas uma convivência que não vem sendo “pacífica” como notamos na interferência para mudar o curso natural do rio (feita pela comunidade) ou pela decisão técnica de criar barragens para impedir a seca. Levando um meio lótico (rios) a ter características físico-químicas de um meio lêntico (lagos).

Outro aspecto que tem que se levar em conta, quando se fala da relação dos moradores da cidade com o rio, é a poluição das águas, detectada por inúmeros trabalhos (Araújo et al, 2007; Oliveira, 2006; Câmara, 2007; Martins et al, 2008a; Martins et al, 2008b).

Araújo et al, 2007 ao fazerem o monitoramento das águas do rio no período de 2005 a 2006, constatam que no referente a coliformes termotolerantes, a água próxima a barragem central apresenta um nível bem superior à classe 3 apontada na resolução 357/05 do CONAMA que afirma que corpos de água com tal classificação de ter no máximo 2500, enquanto os valores encontrados no rio chegam a surpreendentes 46867 coliformes termotolerantes por unidade de volume.

Outro aspecto relevante é que em dois dos pontos em que se analisou a quantidade de oxigênio dissolvido, este é superior ao que se esperaria para águas tropicais, que deveria apresentar valores próximos a 8mg/L. A conclusão a que estes pesquisadores chegam é que devido ao acentuado processo de eutrofização, facilmente percebido pela presença de uma coloração verde da água, o limite máximo de saturação estava excedido em função da grande atividade das algas presentes. Há que se esclarecer que em algumas situações a eutrofização pode levar à diminuição da quantidade de oxigênio presente na água, principalmente quando

leva ao surgimento de macrófitas (plantas aquáticas), o que não parece ser o caso dos locais onde foram coletadas as amostras deste estudo.

Já Martins et al (2007, 2008a, 2008b), apresentam estudos em 23 pontos ao longo de toda a extensão do Rio, desde a nascente até sua foz, concluindo que no rio desde a nascente até foz, os índices de dureza total, alcalinidade, sólidos totais e fosfato vem aumentando em função da ação antropogênica¹. Estes aumentos são mais evidentes em amostras coletadas nos maiores centros urbanos pelos quais o rio passa: Mossoró, Pau dos Ferros, Apodi. Outros autores como Câmara (2007), destacam o papel que o crescimento demográfico, a atividade econômica e a urbanização do município exerceram sobre o rio.

Mas o grande consenso entre a maior parte dos autores e pesquisadores refere-se ao fato da maior fonte poluidora desse manancial, serem os esgotos domésticos. Paiva, (2005) afirma que somente na área destinada a preservação permanente da mata ciliar existem aproximadamente 14436 pessoas que despejam seus esgotos diretamente no leito do rio, sem nenhum tratamento prévio.

Essa realidade é corroborada pelos resultados e pelas conclusões a que chegam Araújo (2007), Martins (2008a e 2008b) ao determinarem os níveis de poluentes na água do rio entre 2006 a 2008.

QUANTIDADE DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NA ÁGUA DO RIO APODI MOSSORÓ

Diversos autores discutem a experimentação no ensino de ciências e da química (Hofstein, 2004 Hodson, 1994, Pereira, 2008), e fazem críticas à forma tradicional com que esta é vista e praticada em todos os níveis de escolaridade.

Hofstein (2004) afirma que a experimentação tem exercido ao longo da história do ensino de química um papel central, constituindo-se no núcleo do currículo e sendo ao longo da década de 60 usada em diversas estratégias de ensino. Contudo, a ênfase dada ao papel da experimentação encontra-se na idéia da descoberta, ou como afirma Pereira ancorada em idéias positivistas. Contudo, como conclui Pereira, as críticas feitas à experimentação são as

¹ Martins et al, 2007 apresentam dados que confirmam o aumento nos valores dos parâmetros físico-químicos nas proximidades dos grandes centros urbanos pelos quais o rio passa: Mossoró, Apodi e Pau dos Ferros.

mesmas feitas ao ensino tradicional, sendo a experimentação apenas uma atividade realizada segundo de um modo tradicional. Tendo em consideração tais ponderações propomos uma atividade experimental com base na contextualização de problemas reais e sob uma perspectiva de construção social do conhecimento técnico científico.

Partindo da realidade local apresentada e tendo-se em vista o papel da experimentação no ensino de ciências, adaptou-se o experimento de determinação de oxigênio dissolvido na água, já apresentado e validado por Ferreira et al (2004), para se abordar a poluição das águas do Rio Apodi-Mossoró dentro do perímetro urbano da cidade de Mossoró.

DESCREVENDO O EXPERIMENTO

O primeiro passo foi a coleta da água do rio em dois pontos distintos (Ponto 1, marcado pela eutrofização e ponto 2, uma ressurgência, onde a água apresenta-se cristalina) onde amostras foram recolhidas em garrafas PET de 2L, às sete horas da manhã no primeiro ponto e às sete e quinze no segundo ponto.

Em seguida, a água coletada foi filtrada com filtro previamente pesados de café para retirar as impurezas que pudessem induzir ao erro no momento da pesagem final da massa de oxigênio dissolvido.

Para a realização do experimento pesou-se cerca de 1,5 gramas de palha de aço em uma balança analítica e com o auxílio de um bastão de vidro introduziu-se esta em uma garrafa PET, a qual foi preenchida com a amostra de água coletada no ponto 1. O mesmo procedimento foi repetido para a mostra coletada no ponto dois, para uma amostra de água destilada e para duas amostras de água coletadas em torneiras das tubulações de distribuição. Após cinco dias efetuou-se a filtração de cada uma das soluções das garrafas com filtro de café (previamente pesado) e pôs-se na estufa para secar. Pesou-se o papel de filtro depois de seco e foi feita a diferença para encontrar a quantidade de óxido de ferro presente. A diferença entre o valor de massa inicial (filtro de papel) e final (filtro de papel com óxido) é proporcional à quantidade de oxigênio dissolvido na água que reagiu com o ferro presente na esponja de aço. Os resultados estão na tabela abaixo.

Amostra	Massa de Fe ₂ O ₃	pH	Concentração O ₂ (g/L)
Ponto de coleta 1	0,7732	7,31	0,116
Ponto de coleta 2	0,1050	7,89	0,016
Água destilada	0,3086	7,02	0,046
Água da tubulação 1	0,1019	7,98	0,015
Água da tubulação 2	0,1018	7,98	0,015

Tabela 1: Valores de oxigênio dissolvido nas amostras analisadas

Diante dos dados obtidos a partir da busca de textos históricos e artigos científicos, bem como do experimento acima relatado chega-se a algumas considerações importantes:

- a) Os valores obtidos com o experimento para todas as amostras encontram-se significativamente acima dos valores máximos esperados para a água com saturação máxima de O₂ a 25 °C que seria de aproximadamente 8,0 mg/L. O que nos indica que a desidratação do composto Fe₂O₃ · n H₂O não foi completa, um problema já relato por Ferreira et al (2004) em seu artigo original.
- b) Ainda que não se possa fazer considerações quantitativas exatas, o experimento traz a possibilidade de uma ótima discussão qualitativa, uma vez que a amostra 1, proveniente de um ponto eutrofizado do rio apresentou valores cerca de oito vezes maior que a água coletado no outro ponto ou na água distribuída na tubulação da UERN.
- c) O experimento não permite chegar à uma conclusão sobre a qualidade de água em cada ponto em particular, apenas uma comparação entre amostras de forma que poderia ser interpretado como inadequado do ponto de vista da experimentação tradicional. Contudo, este aspecto pode ser útil para se trabalhar a discussão sobre elementos científicos de interesse na perspectiva CTSA, como a elaboração de hipóteses, discussão sobre a validade do método, a necessidade de outras metodologias e a incorporação de outros passos ao método adotado, entre outros.
- d) Paralelamente, a execução desse experimento associada às discussões histórico-sociais e científico-tecnológicas como brevemente esboçadas acima pode constituir-se em

uma unidade didática para o ensino de química em uma perspectiva CTSA, com os seguintes passos:

I. Levantamento e leitura de textos históricos sobre o rio; II. Levantamento e leitura de artigos científicos sobre a realidade do Rio; III. Realização do experimento de determinação da quantidade de oxigênio dissolvido; IV. Verificação da validade do resultado encontrado via cálculos e ou comparação com a bibliografia; V. Extrapolação dos resultados encontrados para outros locais de condições semelhantes; (Apodi e pau dos ferros); VI. Momento de discussão sobre o experimento e sua validade – Catarse;

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Rio Apodi-Mossoró constitui-se em bom exemplo de um problema real das cidades de Pau dos Ferros, Apodi e Mossoró, e sua história demonstra como a ação tecnológica e humana, representou e ainda representa um impacto ambiental importante. O estudo deste problema requer o conhecimento químico para sua compreensão, e assim torna-o um tema interessante para a formação dos licenciandos em química da região numa perspectiva CTSA.

Outro aspecto interessante a se levar em consideração é que esta prática põe de releve a limitação de uma única ciência para explicar aspectos complexos da realidade ambiental. Sendo assim, para o bom entendimento dos parâmetros utilizados e o porquê do aumento da quantidade de oxigênio dissolvida na água, se fazem necessários conhecimentos ainda que básicos sobre ciências biológicas (referente ao crescimento de plantas aquáticas e microorganismos) e geografia. Desta forma, constitui-se em uma atividade transdisciplinar o que propicia uma compreensão da necessidade da comunicação entre as áreas do conhecimento.

Ressalta-se que a mesma unidade aqui proposta poderia ser desenvolvida em outras localidades nas quais a poluição das águas de mananciais seja provocada pelo despejo de matéria orgânica.

REFERÊNCIAS

Araújo, V. S. De, Santos, J. P. Dos, Araújo, A. L. C. (2007) Monitoramento das águas do rio Mossoró/RN, no período de abril/2005 a julho/2006, *Holos*, 23.

Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, 2 (19), 243-254.

- Câmara, J. H. C., Souza, F. Das C. S., Pinheiro, K. L. C. B., Barreto, S. L., Alves, G. S., II (2007). Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa - PB.
- Cascudo, L. da C., (1996). *Notas e documentos para a história de Mossoró*, Coleção Mossoroense Mossoró: ETRN/Uned Mossoró / Petrobrás SA.
- Cerezo, J. A. L. (1998) Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos, *Revista Iberoamericana De Educación*, 18.
- Chassot, A.(2006) *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Ed. Unijuí.
- Martins, D. F. F.; Souza, R. B. ; Oliveira, T. M. B. F. ; Souza, L. D. ; Castro, S. S. L.(2007) . *Qualidade físico-química das águas da bacia do rio Apodi/Mossoró: I- Variabilidade espacial*. Anais do I congresso norte-nordeste de química, Natal.
- Martins, D. F. F. ; Souza, R. B. ; Oliveira, T. M. B. F. ; Souza, L. D. ; Castro, S. S. L. . *Qualidade físico-química das águas da bacia do Rio Apodi/Mossoró: I- Variabilidade Espacial. Química no Brasil*, 1 (2), 61-74.
- Martins, D. F. F.; Souza, L. D. ; Castro, S. S. L.(2008) . *Qualidade físico-química das águas da bacia do Rio Apodi/Mossoró: II- Variabilidade Temporal. Química no Brasil*, 2 (2), 9-23.
- Membriela, P. (2001) *Uma revisión del movimiento CTS em La enseñanza de las Ciencias*. In: _____ (org.). *Enseñanza de las Ciências desde la perspectiva Ciência-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Nancea.
- Sutil, N. (2008) CTS E CTSA em periódicos nacionais em Ensino De Ciências/Física (2000-2007): Aspectos Epistemológicos e Sociológicos, *Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba*.
- Tomazello, M. G. C. (2009) O Movimento Ciência, Tecnologia - Sociedade - Ambiente na Educação em Ciências, *Anais do I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente*, Cascavel.