

Saberes escolares, científicos e populares a partir de um estudo sobre a influência da concentração de metais no crescimento de raízes de batata doce

School, scientific and popular knowledge from a study of an influence of metal concentration without growth of sweet potato roots

Amanda de Oliveira Souza Santos

Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática
Instituto Federal do Espírito Santo
amandasouza1604@gmail.com

Maria de Fátima Fontes Lelis

Universidade Federal do Espírito Santo
mfflelis@yahoo.com.br

Julia Raquel Peterle Pereira

Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo
juliapertele@gmail.com

Sidnei Quezada Meireles Leite

Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática
Instituto Federal do Espírito Santo
sidneiquezada@gmail.com

Resumo

O objetivo deste trabalho foi o de estudar a articulação entre saberes escolares, científicos e populares a partir de uma intervenção de ensino de química planejada com base nos três momentos pedagógicos, para se discutir a temática sócio-científica da influência da concentração de soluções de íons metálicos Cu, Zn, Al e Fe, no crescimento de raízes de batata doce. Tratou-se de uma investigação qualitativa realizada na perspectiva dos estudos culturais sobre uma intervenção pedagógica de química, cujos dados foram produzidos a partir de observações, rodas de conversas, relatos escritos, além de fotografias obtidas durante a intervenção pedagógica. Os estudos culturais desenvolvidos a partir da temática sócio-científica, promoveu indícios de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, articulando saberes escolares, científicos e populares, abordando as áreas de ciências naturais, problemas ambientais, tecnologia de alimentos e saúde, além dos conteúdos de soluções, abordados no ensino de química de ensino médio, em geral de forma tradicional.

Palavras chave: educação em química, interdisciplinaridade, saberes científicos, estudo culturais, ciências naturais.

Abstract

The objective of this work was to study the articulation between scholarly, scientific and popular knowledge from a planned chemistry teaching intervention based on the three pedagogical moments, to discuss the socio-scientific thematic of the influence of the concentration of solutions of Cu, Zn, Al and Fe metal ions, in the growth of sweet potato roots. It was a qualitative investigation carried out from the perspective of cultural studies on a pedagogical intervention of chemistry, whose data were produced from observations, talk wheels, written reports, as well as photographs obtained during the pedagogical intervention. The cultural studies developed from the socio-scientific issue promoted interdisciplinarity and transdisciplinarity, articulating scholarly, scientific and popular knowledge, addressing the areas of natural sciences, environmental problems, food technology and health, as well as the content of solutions addressed in teaching high school chemistry, usually in the traditional way.

Keywords: chemical education, interdisciplinarity, scientific knowledge, cultural studies, natural sciences.

Introdução

Reis e Galvão (2008) sugerem que sejam utilizados temas sociocientíficos para discutir conteúdos de ciências articulados às questões morais, éticas, de valor, sobretudo, criar situações nas quais as pessoas sejam obrigadas a se posicionarem, provocando um processo de reflexão sobre seus conceitos, credos, valores, mitos e pensamentos. No nosso caso, utilizamos a temática sócio-científica da influência da concentração de íons Cu, Zn, Al e Fe no crescimento de raízes de batata doce, a fim de produzir debates além dos conteúdos de química normalmente trabalhados em sala de aula, envolvendo a fronteira do conhecimento, englobando por exemplo temáticas de saúde, problemas ambientais e tecnologia de alimentos (SADLER, 2011).

Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento (IBGE, 2012), em 2012 o Brasil ocupava a 7º lugar de produtor mundial de batata doce, com 40 mil hectares de área plantada e produtividade média de 12,2 ton/ha (aprox. 480 mil toneladas). Dos 111 países que produzem a hortaliça, cerca de 90% estão concentrados na Ásia. De acordo com a estatística consolidada do Incaper (INCAPER, 2015), o Estado do Espírito Santo em 2014 apresentou uma área colhida igual a 99 ha, que correspondeu a 2530 toneladas e 25.556 kg/ha de batata doce, o que evidencia a importância do estudo realizado na escola pública. Inspirados nos dados estatísticos da agricultura brasileira, a batata doce foi escolhida para realizar o experimento escolar, tendo em vista a reprodução de uma situação de construção da ciência, isto é, um fato científico.

De acordo com Aikenhead (1997), ao se referir à produção de conhecimento a partir de uma ciência transcultural, assume-se uma perspectiva interdisciplinar e transdisciplinar, promovendo conexões de saberes na fronteira do conhecimento, ampliando a visão de mundo, contribuindo para eliminar preconceitos existentes na humanidade e conscientizar a população sobre o papel da ciência. Vale citar que a situação de fronteira do conhecimento em decorrência da articulação de diferentes saberes - escolares, científicos e populares - permite que a situação disciplinar dialogue com outras disciplinas e assuntos transdisciplinares.

Entretanto, Fazenda (2012, p. 18) ressalta que, [...] *cada disciplina precisa ser analisada não apenas no lugar que ocupa ou ocuparia na grade, mas nos saberes que contemplam, nos conceitos enunciados e no movimento que esses saberes engendram, próprios de seu lócus de cientificidade*. A autora enfatiza a cientificidade, que ora está principalmente nas disciplinas, ora ganha status interdisciplinar quando o professor é obrigado a rever suas práticas e a redescobrir seus talentos.

Partindo desses pressupostos, durante as reuniões do grupo de investigação, foram levantados alguns questionamentos sobre as potencialidades pedagógicas, por exemplo, de que maneira uma prática pedagógica de química poderia promover a articulação entre os saberes escolares, científicos e populares? Vale lembrar que a pergunta serve como eixo condutor do trabalho, embora, algumas vezes, não se consiga responder completamente. Segundo Gil (2009, p. 59), as questões surgidas para o pesquisador servem como lembretes para conduzir entrevistas e observações, entre outras formas de coleta de dados. Contudo, o objetivo deste trabalho foi o de estudar a articulação entre saberes escolares, científicos e populares a partir de uma intervenção de ensino de química planejada com base nos três momentos pedagógicos, considerando uma experiência científica sobre a influência de soluções de íons Cu, Zn, Al e Fe no crescimento de raízes de batata doce.

Metodologia

Tratou-se de uma investigação qualitativa planejada com base em Gil (2014) sobre uma intervenção pedagógica de química. Os dados foram produzidos a partir de observações, rodas de conversas, relatos escritos, além de fotografias dos momentos da intervenção pedagógica, que envolveu conhecimentos das ciências naturais e de alimentos. Na tabela 1 está apresentado um resumo das técnicas e instrumentos empregados na coleta de dados durante a intervenção pedagógica. Neste trabalho, procuramos nos limitar a apresentar uma análise fenomenológica da intervenção pedagógica de química (Gil, 2009).

Investigação	Técnicas	Instrumentos
Investigação Qualitativa Tipo: Estudo de Caso	Observações	Anotações no diário de bordo do investigador.
	Inquéritos	Questionários e entrevistas.
	Imagens	Fotografias e filmagens como registros dos momentos.
	Relatos orais e escritos	Anotações produzidas nos diários de bordo dos estudantes.

Tabela 1: Resumo das técnicas e instrumentos de coleta de dados empregados durante a investigação da intervenção pedagógica investigativa de química realizada em 2015.

O planejamento da intervenção pedagógica de química seguiu o modelo da sequência de ensino investigativo (SEI), baseada nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), cuja realização ocorreu de outubro a novembro de 2015, totalizando 30 horas (tabela 2). Esta pesquisa se inseriu no contexto do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), cujo subprojeto tinha o objetivo de debater a toxidez dos metais com estudantes do ensino médio público. Os sujeitos da pesquisa foram 48 estudantes distribuídos em duas turmas, com idade entre 15 a 17 anos, da disciplina de química do segundo ano de uma escola do município de Vitória, da Rede Estadual de Educação Básica do Espírito Santo. Além deles, também participou a professora de química da escola e uma estudante de licenciatura em química integrante do PIBID/UFES. Para desenvolver a investigação, procurou-se seguir as

recomendações do Comitê Nacional de Ética em Pesquisa, com autorização da diretora da escola e a concordância de adesão voluntária na pesquisa, tendo suas identidades preservadas.

SEI	Objetivo	Atividade
Etapa I Problematização (4 aulas) Setembro/15	Discutir a produção de aço pelas Siderúrgicas e a mineração de ferro. Um pouco sobre a batata doce, a partir de dados do Estado do Espírito Santo.	A exibição de um documentário no laboratório de informática, disponível no endereço eletrônico https://www.youtube.com/watch?v=egTzLGb-ECg , sobre a produção de aço a partir de minério de ferro. Um pouco sobre a tecnologia de alimentos da batata-doce. Debates guiados por leitura de artigos e pesquisa na internet. Avaliação Individual 1. Produção textual sobre os debates.
Etapa II Organização do Conhecimento (6 aulas) Outubro/15	Discutir conteúdos de físico-química do ensino médio, como soluções, concentração e diluição. Preparo do experimento, articulando teoria e prática.	Aulas expositivas sobre conteúdos de físico-química do ensino médio, como soluções, concentração e diluição. Planejamento do experimento do efeito da concentração de Cu, Zn, Al e Fe no crescimento de raízes de batata doce. Organização do material e elaboração das soluções. Avaliação em Grupo 2. Relatório da primeira fase.
Etapa III Aplicação do Conhecimento (6 aulas) Novembro/15	Realizar o experimento. Síntese e produção textual sobre a prática. Analisar os dados coletados e construir um relatório final.	Experimento do efeito da concentração de Cu, Zn, Al e Fe no crescimento de raízes de batata doce. Rodas de conversa sobre o desastre de Mariana e morte dos peixes no Rio Doce. Um pouco sobre saúde humana e impactos no meio ambiente. Avaliação em Grupo 3. Relatório do experimento e produção textual sobre o todo.

Tabela 2: Resumo das três etapas da sequência de ensino investigativo de química, realizada de outubro a dezembro de 2015, com um total de 16 aulas de 50 min, numa escola pública de ensino médio de Vitória, ES.

Vale lembrar, segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), que os momentos pedagógicos servem como planejamento da prática pedagógica (planejamento). Entretanto, quando se realiza a prática pedagógica (realidade), a execução dos momentos nem sempre é possível reproduzir de forma fiel o que foi planejado, já que lidamos com pessoas e situações inusitadas. Então, efetivamente não se trata de momentos rígidos e localizados, embora pareça que essa organização seja rígida. Mas, algumas atividades de um determinado momento podem acontecer em paralelo com outro momento subsequente.

Ao longo da intervenção pedagógica, o grupo de investigadores produziu algumas atividades interdisciplinares, previamente validadas, com base em rodas de conversas e orientações de Giordan, Guimarães e Massi (2011). Os aspectos da interdisciplinaridade foram analisados com base em Fazenda (2012). Os aspectos dos estudos culturais foram analisados com base em Latour e Woolgar (1997), olhando para a prática pedagógica de química em torno de um fato científico (a influência da concentração de metais sobre o crescimento das raízes de batata doce), englobando prática, teoria e, finalmente, alguns debates com pessoas de notório saber.

O tema sócio-científico da influência da concentração de metais

Primeiramente, buscou-se introduzir brevemente a origem dos metais, usando o exemplo da produção de ferro, tendo em vista a situação das empresas localizadas na região metropolitana da cidade de Vitória, Espírito Santo. Inicialmente foi exibido um pequeno documentário no laboratório de informática sobre a produção de aço a partir de minério de ferro (figura 1), disponível no endereço eletrônico <http://www.youtube.com/watch?v=egTzLGb-ECg>. Tanto o

documentário como os debates abordaram as reações de oxirredução na produção de ferro metálico, a partir da redução de ferro III e ferro II. Neste caso, foi possível estabelecer conexões entre um dos conteúdos programáticos de química e a realidade local. O debate abordou o processo de obtenção das pelotas de ferro, realizado pela Usina de Pelotização da Mineradora Vale, a partir do minério de ferro vindo de Minas Gerais pelas linhas de trem. Também foi abordado processo de produção de aço catalisado por carvão, realizado pela Siderúrgica Acelor Mittal Tubarão. Os estudantes tiveram a noção do processo de obtenção de barras e lâminas, produtos principais da produção de aço na região portuária de Tubarão – Municípios de Serra e Vitória do Estado do Espírito Santo. Também foram abordados os problemas ambientais e da saúde causados pelo pó de carvão na Grande Vitória.



Figura 1: Exibição do documentário sobre a produção de aço a partir de minério de ferro.
Fonte: Banco de imagens do grupo de pesquisa.

Nos debates produzidos sobre a produção do aço a partir de fontes naturais e sucatas, os estudantes apresentaram dúvidas, que foram além dos conteúdos de química previstos. Os debates perpassaram por temáticas ambientais, abordando fontes naturais e não renováveis de minérios e o seu esgotamento com o tempo. Foram abordados alguns danos ao meio ambiente causados no processo de extração de minérios da natureza, como a erosão do solo, a contaminação de outros metais, a desertificação, os rejeitos de água contaminada por metais jogados nos sistemas hídricos, entre outros. Foram abordados alguns casos de intoxicação por metais pesados, como por exemplo, o caso do cádmio e do mercúrio que são nocivos ao ser humano.

O conteúdo programático de química previsto para o segundo ano do ensino médio inclui soluções, equilíbrio químico, reações ácido-base e de oxirredução, entre outros (ESPÍRITO SANTO, 2009). Embora o objetivo principal fosse abordar os conteúdos de soluções, por meio do estudo da influência da concentração de íons Cu, Zn, Al e Fe no crescimento de raízes de batata doce, buscou-se ir além dos limites da disciplina de química.

Em uma aula anterior, havia sido discutido um pouco sobre os tubérculos e a moda de se comer batata doce por pessoas praticantes de atividade física, por ser um alimento rico em sais minerais, carboidratos, proteínas vegetais e fibras. Buscou-se conhecer um pouco sobre a história, saúde e ciência/tecnologia de alimentos ligados à batata doce. De acordo com Miranda et al. (1995), a batata doce, *Ipomea batatas* L., é uma raiz tuberosa com propriedades peculiares de formato, tamanho, cor interna, doçura, precocidade, cor das folhas e até coloração das flores. Entretanto, chega a apresentar 20 a 30% de carboidratos na forma de amido, com 2 a 3% de proteína e 0,5% de lipídeo. Mas a batata doce apresenta constituintes importantes para a nutrição humana, como tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, ácido ascórbico, beta caroteno, fósforo, cálcio e ferro. Embora seja originária das Américas Central e do Sul, sendo encontrada principalmente desde a Península de Yucatán, no México, até a Colômbia, essa hortaliça é muito comum no território brasileiro. Foi introduzida na alimentação da população brasileira para reduzir o índice de desnutrição. Também foi possível abordar um pouco sobre a produção estadual de batata doce.

A intervenção pedagógica tinha como um dos objetivos abordar conteúdos programáticos de química, conectando-os à realidade local. A partir da exibição do documentário sobre a produção de aço, com base em Reis e Galvão (2008), foi possível abordar conteúdos de ciências naturais como todo, e não só os de química, articulados as questões sócio-científicas, socioculturais e socioambientais. Sadler (2011) ressalta que as práticas escolares usando questões sócio-científicas (QSC, em inglês, SSI) podem promover debates a partir de experiências de laboratório, experiências cotidianas, imagens, com a ajuda da internet e de visitas guiadas.

A teoria e prática da influência da concentração de metais

Na figura 2 estão apresentados alguns momentos de organização do experimento (figura 2a) e preparo das soluções inspirados num artigo que estudava o crescimento de raízes de cebola influenciado por diferentes soluções aquosas de íons metálicos (figura 2b). O sistema utilizado nos experimentos está mostrado na figura 2c.



Figura 2: (a) Organização do material e cálculo matemático das diluições. (b) Preparo das soluções de íons Cu, Zn, Al e Fe. (c) Esquematização dos experimentos com a organização das batatas doce submersas em solução de íons metálicos. Fonte: Banco de imagens do grupo de pesquisa.

Embora o professor tivesse clareza da parte experimental, para os estudantes este procedimento consistiu num processo de descoberta. O debate teórico sobre o preparo das soluções produziu uma série de dúvidas e hipóteses sobre a influência de concentrações de íons metálicos no crescimento das raízes na batata doce. Inspirado num trabalho sobre crescimento de raízes de cebola, foi construído o planejamento da aula prática, articulando teoria e prática. Os estudantes puderam interferir, tirar suas dúvidas e expor suas ideias, contribuindo para o processo de ensino-aprendizagem. Durante a intervenção pedagógica, foi possível discutir os aspectos teóricos do experimento da influência da concentração dos íons metálicos no crescimento das raízes do tubérculo, articulando teoria e prática, no processo, planejamento e preparação do experimento. A teoria de soluções (concentrações e diluições) foi discutida com base em Atkins e Jones (2001). No caso da concentração em parte por milhão (ppm), foi explicado a equivalência entre mg/kg e mg/L, no caso de soluções aquosas diluídas, já que o valor de massa específica da água é aproximadamente 1,0 g/mL.

Uma solução mãe com 100 ppm, respectivamente, de cada íon metálico Cu, Zn, Al e Fe, foi produzida previamente no Laboratório de Química da UFES. Cada grupo contendo de 5 a 7 estudantes de ensino médio recebeu a tarefa de produzir diluições para preparar 7 soluções em diferentes concentrações dos respectivos íons metálicos. Após o cálculo, a diluição da respectiva solução mãe produziu soluções dos respectivos íons metálicos de Cu, Zn, Al e Fe, nas seguintes concentrações: 0,04, 0,06, 0,08, 0,10, 0,20, 0,40 e 1,00 ppm. Depois de preparar as soluções, cada grupo montou 7 sistemas de experimento, isto é, que continha um copo descartável e uma batata doce suspensa por palitos encravados na mesma (figura 2d). Para cada grupo de ensino, foi montado um sistema contendo 7 variações de concentração de íons

Cu, Zn, Al e Fe, respectivamente, colocados em um copo descartável de 200 mL, juntamente com uma batata doce suspensa com palitos.

O experimento de acompanhamento do crescimento das raízes de batata doce foi realizado durante três semanas, coletando-se as evidências do crescimento de raízes, mudança de cor, desenvolvimento de folhas e anotando-se os dados (figura 3). Após três semanas de experimento, foi possível observar o desenvolvimento de folhas e caule no tubérculo, além do crescimento de raízes. Tanto o ensaio com solução de cobre como o de alumínio, apresentaram retardo do crescimento das raízes da batata doce com o aumento da concentração de íons na solução aquosa, indicando interferência no processo (figuras 3a e 3c). Nos ensaios com solução de zinco (figura 3b) e de ferro (figura 3d), não foram observadas influências significativas no crescimento das raízes com o aumento da concentração de íons, indicando uma não interferência no processo.

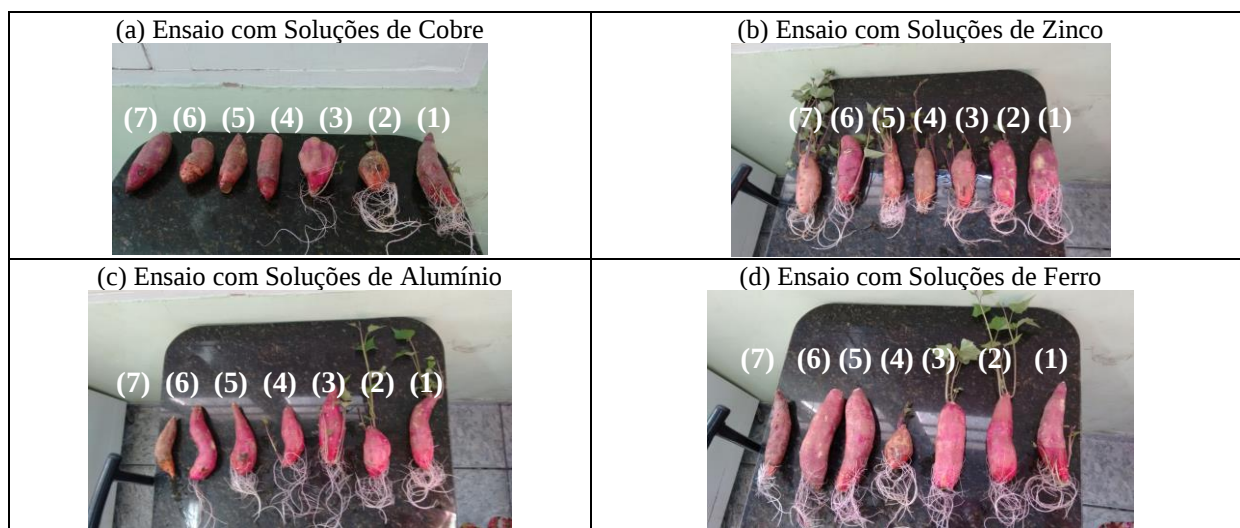


Figura 3: Soluções de íons Cu, Zn, Al e Fe, nas concentrações (1) 0,04, (2) 0,06, (3) 0,08, (4) 0,10, (5) 0,20, (6) 0,40 e (7) 1,00 ppm. (a) Cu. (b) Zn. (c) Al. (d) Fe. Fonte: Banco de dados dos autores.

Em nosso caso, buscamos tomar como princípio uma experiência de laboratório. O trecho das falas dos estudantes enfatiza a importância do experimento e da temática realizada para se debater a importância do conhecimento científico sobre os metais, a saber:

Estudante 01. – [...] na solução de Fe a raiz e as folhas cresceram, então o ferro é bom e a gente precisa dele [...].

Estudante 02. – [...] alguns metais não são perigosos em pequena quantidade, mas em altas concentrações podem fazer mal para nossa saúde e também para os animais, por isso os peixes que viviam no Rio Doce morreram, aquela lama que invadiu o rio tinha metais tóxicos [...].

Debates sobre a influência da concentração de metais

Os debates realizados em sala de aula com a professora de química e a estudante integrante do PIBID da UFES abordaram questões como as atividades de mineradoras, especialmente a Vale que atua no Estado do Espírito Santo e Minas Gerais, a produção e consumo de batata doce no Brasil e no Estado do Espírito Santo, a contaminação de metais pesados no sistemas hídricos que podem comprometer a qualidade da água consumida em casa, e o consumo de suplementos alimentares na alimentação humana para melhorar a qualidade de vida.

Na busca por encontrar explicações dos resultados obtidos na experiência realizada, durante a intervenção pedagógica os estudantes tinham momentos no laboratório de informática, quando eles consultavam alguns sites na internet, ou mesmo em casa, para o caso de alguns estudantes que tinham acesso à internet na sua residência. A maior parte dos sites consultados em língua portuguesa, tinham como referencia primária o *Codex Alimentarius Commission* da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (sigla em inglês, FAO) da Organização Mundial da Saúde (sigla em inglês, WHO). Neste trabalho citamos a fonte primária de todos os trabalhos consultados pelos estudantes e pelo grupo de pesquisa (WHO, 2011).

O íon cobre não é considerado muito nocivo ao homem, mas é aceitável quando um adulto médio, com 70 kg, ingere cerca de 1,2 mg de cobre por dia (WHO, 2011). O cobre tem um papel antioxidante, ajudando a neutralizar os radicais livres que poderiam causar danos celulares graves. Entretanto, há citação na literatura sobre a ingestão de altas concentrações de cobre pode ter relação com desenvolvimento de esquizofrenia e de distúrbios psiquiátricos (WHO, 2011). Devido a essas características, é possível justificar a interferência dos íons cobre no impedimento do crescimento das raízes da batata doce, na presença das concentrações que variaram de 0,04 a 1,0 ppm.

Já o íon zinco é menos nocivo ao homem que o cobre, porque apresenta doses necessárias 10 vezes maiores. É aceitável quando um adulto médio, com 70 kg, ingira de 15 mg de zinco por dia (WHO, 2011). No corpo humano, o zinco está localizado principalmente no fígado, pâncreas, rins, ossos e músculos, mas também nos olhos, na pele, cabelo e unhas. No homem, o zinco é também encontrado em elevada quantidade na próstata e nos espermatozóides. O íon zinco no ser humano apresenta importantes funções, entre elas, expressão genética, funcionamento do sistema imune, cicatrização e adequada função dos espermatozóides. Devido a essas características, é possível justificar a interferência dos íons zinco de forma positiva no crescimento das raízes da batata doce, na presença das concentrações que variaram de 0,04 a 1,0 ppm.

Ao contrário dos íons zinco e cobre, o íon alumínio é tóxico para o corpo humano. Além de não se integrar nos processos metabólicos, não é excretado, ou eliminado, com facilidade. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2011), o íon alumínio é considerável nocivo ao homem em altas concentrações, sendo considerável tolerável que um adulto médio, com 70 kg, possa ingerir de 3,0 a 10 mg de alumínio por dia. A absorção excessiva de alumínio causa fibralgias (dores musculares generalizadas) e cansaço crônico. Há relatos na literatura médica do efeito de alumínio no desenvolvimento de doenças autoimunes e nos processos de aceleração da degeneração do sistema nervoso (Doença de Alzheimer e Doença de Parkinson) (WHO, 2011). Devido a essas características, é possível justificar a interferência negativa dos íons alumínio, impedindo o crescimento das raízes da batata doce na presença das concentrações que variaram de 0,04 a 1,0 ppm.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2011), cerca de 1/3 da população mundial (mais de 2 bilhões de pessoas) tem carência de ferro. Nos países em desenvolvimento, 40% das crianças pré-escolares e das gestantes (na segunda gestação) são anêmicas. A anemia é a doença causada pela redução de concentração de hemoglobina no sangue, que é uma proteína presente na célula vermelha (hemácia), que contém ferro. Por desempenhar uma função importante no processo de oxigenação do corpo, pelo transporte de oxigênio, a deficiência de ferro provoca uma desordem no funcionamento bioquímico do corpo. Entre os efeitos mais comuns, provoca a queda de cabelo, unhas frágeis, fissuras nos cantos dos lábios, sistema

imunológico fica deprimido e o desenvolvimento cognitivo fica prejudicado. Então, ocorrerá redução de atenção, desânimo, tristeza, depressão, vontade de mastigar gelo, comer arroz cru, barro e tijolo (WHO, 2011). Devido a essas características, é possível justificar a interferência dos íons ferro de forma positiva no crescimento das raízes da batata doce, na presença das concentrações que variaram de 0,04 a 1,0 ppm.

O clímax dos debates foi alcançado no fim de novembro de 2015, após o acidente da Samarco, com os impactos ambientais na bacia hidrográfica do Rio Doce. Embora a exibição do documentário tivesse acontecido no mês de setembro, em 05 de novembro de 2015 houve o acidente da barragem de Mariana que desaguou a lama de rejeitos concentrados de metais pesados, causando danos ambientais ao Rio Doce, abrangendo mais de 200 municípios dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Numa reportagem exibida pela TV Gazeta do Estado do Espírito Santo houve relatos das quantidades de peixes mortos em decorrência do acidente na bacia hidrográfica. Esse fato enfatizou os estudos realizados e a forma do encaminhamento dado na prática pedagógica. O que poderia ser uma simples aula de soluções, nesse momento passou a ter um sentido maior para aqueles estudantes da classe de química.

Considerações finais

Embora o objetivo principal da intervenção pedagógica fosse o conteúdo de soluções, por meio do estudo da influência da concentração de íons Cu, Zn, Al e Fe no crescimento de raízes de batata doce, buscou-se ir além dos limites da disciplina de química, articulando saberes escolares, científicos e populares. Quando se discutiram os conteúdos de soluções previstos para a disciplina de química, foram abordados os saberes escolares. Neste caso, a aprendizagem dos conteúdos de química ganhou uma finalidade específica, que foi a produção das soluções para a compreensão do fenômeno de crescimento das raízes de batata doce.

Os saberes populares foram abordados, por exemplo, com o assunto do pó de carvão que afeta a saúde da população da região metropolitana de Vitória, ou a cultura do “comer batata doce” e os supostos benefícios da hortaliça para a saúde humana. Explicações baseadas no senso comum, articuladas aos saberes populares, quase sempre eram desconstruídas por meio de pesquisas e explicações científicas.

Os saberes científicos foram abordados quando se discutiam teoria e prática da experiência científica da influência da concentração de íons metálicos sobre o crescimento de raízes de batata doce. Por exemplo, quando se abordou a tecnologia de produção de aço, ou quando os estudantes foram buscar explicações nas referências do *Codex Alimentarius Commission* da FAO/WHO, os estudantes evidenciaram o processo de construção social da ciência e tecnologia.

No que diz respeito ao enfoque dos estudos culturais de Latour e Woolgar (1997), foi possível estabelecer relações entre Ciência, Tecnologia e Cultura por meio de uma prática pedagógica baseada num fato científico, o que promoveu a compreensão de aspectos fenomenológicos da construção social da Ciência & Tecnologia. Desta maneira, foi possível produzir elos entre saberes escolares e saberes científicos, aproximando-se da perspectiva do movimento CTS/CTSA (SANTOS e AULER, 2011).

Referências

- AIKENHEAD, G. S. Toward a First Nations Cross-Cultural Science and Technology Curriculum. **Science Education**, v. 81, n. 2 p. 217-238, Apr., 1997.
- ATKINS, Peter. JONES, Loretta. **Princípios de Química**. Questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Editora Bookman. 2001. 914 p.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A., PERNAMBUCO, Martha M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- ESPIRITO SANTO. **Currículo Básico Escola Estadual**. Guia de implementação. Secretaria da Educação do Estado do Espírito Santo. Vitória: SEDU, 2009. 72 p.
- FAZENDA, Ivani (Org.). **O que é Interdisciplinaridade?** São Paulo: Editora Cortez, 2012.
- GIL, Antonio Carlos. **Estudo de Caso**. São Paulo: Atlas, 2009. 148 p.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Sexta edição. São Paulo: Atlas, 2014. 200 p.
- GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. A. F.; MASSI, L. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. In: **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências de 2011**. VIII Enpec. Campinas, 2011.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. **Culturas temporárias e permanentes**, Rio de Janeiro: IBGE, v.39. 2012.
- INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, **Assistência Técnica e Extensão Rural. Síntese da Produção Agropecuária do Espírito Santo 2013/2014**. Vitória: Incaper. 2015. 116 p.
- MIRANDA, J. E. C. de; FRANCA, F. H.; CARRIJO, O. A.; SOUZA, A. F.; PEREIRA, W. **Cultivo da batata-doce (Ipomoea batatas (L.) Lam)**. Brasília, DF: EMBRAPA-CNPQ, 1995.
- REIS, Pedro Guilherme Rochas dos; GALVÃO, Cecília. Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sócio-científicas: dois casos distintos. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencia**. v. 7, n. 3. 2008.
- SADLER, Troy D. (Editor). **Socio-scientific Issues in the Classroom**. Teaching, Learning and Research. Florida – USA: Springer. 2011. p. 375.
- SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.) **CTS e educação científica**. Desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora UnB. 2011.
- WHO. World Health Organization. **Codex Alimentarius Commission**. FAO/WHO. Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Codex Committee on Contaminants in Foods. Fifth Session. The Hague, The Netherlands. 21 – 25, March, 2011.