



Ensino investigativo com enfoque CTS/CTSA e sustentabilidade na formação continuada de professores de ciências da natureza

Teaching through research with an STS/STSE and sustainability orientation in in-service training of Natural Sciences teachers

Sidnei Quezada Meireles Leite

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

Vilma Reis Terra

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

Elizabeth Detone Faustini Brasil

Universidade Federal do Espírito Santo
Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus, Brasil
elizabethfaustini@gmail.com

Resumo:

O objetivo dessa investigação foi o de analisar a formação continuada de professores de Ciências da Natureza da Rede Estadual de Educação Básica no Estado do Espírito Santo, Brasil, realizada em 2011, à luz do ensino investigativo e do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS/CTSA). Esta formação abordou práticas experimentais investigativas e uso de espaços de educação não formal, culminando na publicação do livro que reuniu algumas propostas pedagógicas elaboradas pelos professores do ensino secundário. Nossa análise foi baseada nos pressupostos do ensino por investigação, conforme proposto por Gil & Castro, Moeed e Carvalho; e o enfoque CTS/CTSA proposto por Aikenhead, Santos & Auler, e Cachapuz, Gil-Perez, Carvalho, Praia & Vilches. Boa parte dos professores que participou da formação não conhecia a perspectiva CTS/CTSA. Concluiu-se que a formação continuada foi realizada na perspectiva do ensino investigativo com enfoque CTS/CTSA, sendo, talvez, um caminho para a sustentabilidade regional e a melhoria da qualidade da educação científica das escolas secundárias do Estado do Espírito Santo, Brasil.

Palavras-chave: Ensino investigativo, ciências da natureza, educação CTS/CTSA, sustentabilidade.

Resumen:

El propósito de esta investigación fue examinar la formación continua de los maestros de Ciencias Naturales de la Red Pública de Educación Secundaria en el Estado de Espírito Santo, Brasil, celebrada en 2011, a la luz de la enseñanza investigativa y enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTS/CTSA). Esta formación se dirigió a las prácticas experimentales de investigación y uso de los espacios de educación no formal, que culminó en la publicación del libro que reunió a algunas propuestas pedagógicas, realizadas por los maestros de la educación secundaria. Nuestro análisis se basa en la enseñanza de las hipótesis para la investigación, según lo propuesto por Gil & Castro, Moeed y Carvalho; y el enfoque CTS/CTSA propuesto por Aikenhead, Santos & Auler,



y Cachapuz, Gil-Perez, Carvalho, Praia & Vilches. Gran parte de los maestros que asistieron a la formación no conocía el punto de vista CTS/CTSA. Se concluyó que la formación continua se llevó a cabo en la perspectiva de aprendizaje de investigación con enfoque CTS/CTSA, y tal vez un camino para la sostenibilidad regional y la mejora de la calidad de la educación científica en las escuelas secundarias del estado de Espírito Santo, Brasil.

Palabras-chave: Enseñanza investigativa, ciencias naturales, educación CTS/CTSA, sostenibilidad.

Abstract:

The purpose of this research was to examine a continuous training undergone by Natural Science teachers, of the State Network of Basic Education in the Espírito Santo state, Brazil, held in 2011, following the investigative teaching approach and focusing on Science-Technology-Society-Environment (STS/STSE). This training addressed experimental investigative practices and the use of non-formal education spaces, culminating in the publication of a book that collected pedagogical proposals of secondary school teachers. Our analysis was based on the investigative learning, as proposed by Gil & Castro, Moeed and Carvalho; and the STS/STSE focus proposed by Aikenhead, Santos & Auler, and Cachapuz et al. Many of the teachers who attended the training were unfamiliar with the STSE perspective. It was concluded that this continuous training did indeed follow an investigative learning perspective with an STS/STSE approach, perhaps proving to be a way to promote regional sustainability and improve the quality of science education in secondary schools in the Espírito Santo state, Brazil.

Keywords: Investigative education, natural sciences, STS/STES education, sustainability.

Introdução

Conforme o documento de “Educação para Todos”, que traz seis metas que integram o Acordo de Dacar (Senegal), assinado em 2000 (Unesco, 2001), até 2015, os países deveriam expandir cuidados na primeira infância e educação, universalizar o ensino primário, promover as competências de aprendizagem e de vida para jovens e adultos, reduzir o analfabetismo em 50%, alcançar a paridade e igualdade de gênero e melhorar a qualidade da educação. Assim, é fundamental investir em práticas educativas, científicas, a fim de eliminar os preconceitos existentes na humanidade e conscientizar a população sobre o papel da ciência. Para isso, ressaltou o texto a necessidade de se investir em formação inicial e continuada de professores. Essas demandas da educação mundial, sobretudo, da educação científica, também são debatidas por Cachapuz, Gil-Perez, Carvalho, Praia e Vilches (2005), Aikenhead (2009) e Santos e Auler (2011), todos concordantes com os princípios da educação CTS/CTSA, que apresenta diferentes abordagens na educação científica em relação à educação tradicional. Neste trabalho, focamos na formação continuada de professores de Ciências da Natureza da Rede Pública Estadual de Educação Básica.

No Brasil, seguindo as tendências internacionais, surgiram as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (Brasil, 2013), com pressupostos e fundamentos para o ensino médio com qualidade social. Assim, foram propostas cinco linhas temáticas para construir uma educação democrática, a saber: (1) trabalho, ciência, tecnologia e cultura: dimensões da formação humana; (2) trabalho como princípio educativo; (3) pesquisa como princípio pedagógico; (4) direitos humanos como princípio



norteador; e (5) sustentabilidade ambiental como meta universal. Além disto, com relação ao Plano Nacional da Educação (PNE) com suas 20 metas estruturantes para a garantia do direito à educação básica com qualidade, ressalta-se a meta 16 que trata da formação continuada de profissionais da educação básica, considerando as necessidades, demandas e contextualizações dos sistemas de ensino (Brasil, 2014). Como culminância desse processo político-curricular, o Ministério da Educação está produzindo a Base Nacional Curricular Comum (Brasil, 2015), cujos pressupostos também são baseados na perspectiva do enfoque CTS/CTSA.

Nesse contexto, em 2011 foi realizada uma formação continuada de professores de Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química) da Rede Estadual de Educação Básica no Estado do Espírito Santo, abordando práticas experimentais investigativas e uso de espaços de educação não formal. Este projeto de extensão envolveu 320 professores e 30 pedagogos e técnicos administrativos da educação, que produziram de forma colaborativa propostas de intervenção de ciências, culminando na publicação do Livro de Práticas Experimentais Investigativas em Ensino de Ciências em 2012.

Considerando as tendências mundiais e nacionais no cenário da educação científica e o contexto da educação nos âmbitos nacional e estadual, o objetivo deste trabalho foi analisar o potencial pedagógico da formação continuada de professores de Ciências da Natureza, no contexto do ensino médio do Estado do Espírito Santo, Brasil, à luz do ensino investigativo e do enfoque CTS/CTSA.

Contextualização teórica

Simanrd (2010), baseado na pedagogia aberta de Carl Rogers quando escreve sobre os modelos pedagógicos presentes em Quebec, ressalta a importância de se ter uma pedagogia aberta e informal, na qual o aluno é considerado como possuidor de um aparato interno que lhe permite empreender um procedimento de crescimento autônomo e pessoal. Nesse sentido, segundo o autor, o professor terá um papel de primeiro plano na preparação conjunta (com o aluno) desse ambiente. Correlativamente, acentuam-se a exploração autônoma e a interação entre aluno e o ambiente, modificando a relação de autoridade entre professor e aluno, diversificando e enriquecendo os respectivos papéis. Assim, no plano dos programas, a interação disciplinar substitui a separação estanque entre as disciplinas. Foi com essa lógica que buscamos planejar o programa de formação continuada de professores de ciências da natureza no Estado do Espírito Santo.

De acordo com Carvalho (2013, p.11), a sequência de ensino investigativo consiste em uma intervenção pedagógica que parte de um problema, não necessariamente experimental, que produza no indivíduo, ou no grupo de trabalho, uma instigação necessária para se alcançar a compreensão e explicação do fenômeno estudado. O sequenciamento investigativo inclui momentos de formulação de hipóteses, teste de hipóteses, investigação de informações e explicação do fenômeno. Segundo a autora, o problema não pode ser qualquer, mas deve ser muito bem planejado, devendo estar contido na cultura social dos alunos, isto é, algo que os alunos compreendam no seu contexto; e algo que oportunize aos alunos expor conhecimentos anteriores apropriados. No que diz respeito ao ensino investigativo, Carvalho (2013, p. 2) ressalta a importância de se partir de um problema real para dar sentido aos conteúdos de Ciências. Ao iniciar o processo de ensino-aprendizagem com um problema, o aluno passa a ser protagonista do processo, e o ensino deixa de ser expositivo, centrado no professor. Neste sentido, o programa de formação continuada de professores propiciou, atividades investigativas, tal como sugere Gil e Castro (1996),



por exemplo como a apresentação de situações problematizadoras, a elaboração de hipóteses como uma das etapas da investigação, e o desenvolvimento de trabalho acompanhado por memórias científicas levando em consideração a dimensão coletiva do trabalho científico.

Uma prática pedagógica com enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS/CTSA) trata de uma abordagem de conteúdos programáticos articulados aos conhecimentos sociocientíficos, sócio-tecnológicos, socioambientais, socioeconômicas, sócio-filosófico, sócio-histórica, sociocultural, entre outros (Aikenhead, 2009). Nós assumimos a perspectiva CTSA, ao invés do CTS, para enfatizar os aspectos ambientais no processo educacional (Vilches, Gil-Pérez & Praia, 2011, p. 161). Por exemplo, em nosso grupo de investigação, resolvemos adotar a sigla CTSA para ressaltar a urgência das questões socioambientais, muitas vezes presentes em nossa região, tais como o problema do pó de carvão que chega as casas da cidade de Vitória-ES e a poluição dos rios pela extração de minério de ferro. Essa perspectiva pedagógica é, necessariamente, interdisciplinar e transdisciplinar, abordando conteúdos disciplinares conectados com questões locais e regionais podem conferir maior significado aos alunos da educação básica, além de tornar mais agradável o estudo das ciências da natureza.

Quando se fala de formação de professores de ciências com enfoque CTS, Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins (2011) resalta alguns princípios importantes que devem estar presentes no projeto, a saber: (i) articulação entre a formação inicial e a continuada no quadro de processos de mudança; (ii) a ligação entre formação de professores e o desenvolvimento organizacional da escola; (iii) a melhoria do conhecimento pedagógico/didático de conteúdo; (iv) a integração teoria-prática; (v) a articulação entre a formação recebida pelo professor e o tipo de educação que posteriormente lhe será pedido que desenvolva; (vi) a consideração e resposta às necessidades características pessoais, cognitivas, contextuais e relacionais de cada professor ou grupo de professores; e (vii) a criação de oportunidades para o professor em formação questionar as suas próprias concepções e práticas.

Reis & Galvão (2008) sugerem que sejam utilizados temas sociocientíficos controversos para discutir conteúdos de ciências articulados as questões morais, éticas, de valor, sobretudo, criar situações nas quais as pessoas sejam obrigadas a se posicionarem, provocando uma um processo de reflexão sobre seus conceitos, credos, valores, mitos e pensamentos. No nosso caso, procuramos estabelecer um diálogo entre o espaço de educação formal e os problemas sociais e arranjos produtivos locais e regionais do Estado do Espírito Santo, orientados por temas sociocientíficos (SSI), investigando experiências cotidianas e imagens dos locais, com auxílio de internet e visitas guiadas (Reis & Galvão, 2008, Sadler, 2011).

Metodologia

Tratou-se de uma investigação qualitativa, teórico-empírica, do tipo estudo de caso, planejada à luz de Gil (2009). Na tabela 1 está apresentado um resumo das técnicas e instrumentos de coleta de dados empregados durante a investigação da formação continuada de professores, cujos dados foram analisados à luz de Bardin (2004).



Tabela 1. Resumo das técnicas e instrumentos de coleta de dados empregados durante a investigação da formação continuada de professores.

Investigação	Técnicas	Instrumentos
Investigação Qualitativa Tipo: Estudo de Caso	Observações	Anotações produzidas nos diários de bordo dos investigadores
	Inquéritos	Instrumento de Avaliação
	Imagens	Fotografias como registros dos momentos
	Aplicações em Sala de Aula	Anotações produzidas nos diários de bordo dos investigadores

O programa de capacitação de professores de Ciências da Natureza da Rede de Ensino Médio do Estado do Espírito Santo foi resultado de uma parceria entre a Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo (SEDU/ES) e Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes). Esse programa capacitou cerca de 320 professores, efetivos e de contratação temporária da SEDU/ES (160 professores de Biologia, 84 professores de Física e 96 professores de Química) e mais 30 técnicos da educação, representantes das superintendências educacionais, da SEDU/ES e alguns pedagogos das escolas, realizado em três polos localizados nos campi Cachoeiro de Itapemirim, Colatina e Vitória do Ifes (tabela 2). A carga horária total do curso de formação continuada foi de 120 horas presenciais, fora as visitas técnicas realizadas aos espaços não formais do Estado do Espírito Santo.

Os doze temas sociocientíficos foram baseados nos arranjos produtivos locais e problemas sociais do Estado do Espírito Santo, a saber: (1) Agricultura; (2) Água Potável; (3) Biocombustível; (4) Saúde e Alimentação; (5) Energia; (6) Vícios, Violência e Valorização da Vida; (7) Lixo; (8) Mármore e Granito; (9) Petróleo; (10) Biotecnologia e Transgênicos; (11) Comunicação; e (12) Automação. Vale citar que essa formação continuada teve inspiração em um trabalho de formação realizado previamente por Chrispino (2013), passando a atender todo estado do Espírito Santo e resultando na publicação de um produto educacional construído a partir do trabalho colaborativo (Leite, 2012).

Os dados emergiram a partir das observações, anotações feitas pelos investigadores, relatos escritos, leituras de trabalhos completos e periódicos da área da educação em ciências. Nossa análise foi baseada nos pressupostos do ensino investigativo, conforme proposto por Gil & Castro (1996), Moeed (2013) e Carvalho (2013); e o enfoque CTS/CTSA proposto por Aikenhead (2009), Cachapuz, Gil-Perez, Carvalho, Praia e Vilches (2005), Santos e Auler (2011) e Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins (2011).



Tabela 2. Etapas da formação continuada de professores de Ciências da Natureza da Rede Pública de Educação Básica do Estado do Espírito Santo, realizado em 2011.

Etapa	Quando	Contexto
Seminário de Abertura	Novembro de 2010	Abertura do Programa de Capacitação, com carga horária total de 24 horas. Local: Sesc Aracruz – Praia Formosa.
Formação continuada de professores	Março, Abril, Maio, Junho e Julho de 2011	O Programa de Capacitação em Práticas Experimentais e Investigativas teve 10 encontros presenciais de 8h, realizados aos sábados (2 encontros por mês, em média), totalizando 80 horas. Local: Campus Cachoeiro de Itapemirim, Campus Colatina e Campus Vitória do Ifes.
I Seminário de Ensino de Ciências-ES SEMEC - ES	Julho de 2011	O Seminário de Ensino de Ciências da Rede Estadual de Ensino Médio do Espírito Santo (Semec-ES), foi realizado nos dias 18 e 19 de julho, totalizando 16 horas. Durante o Semec-ES, foram realizadas mesas-redondas, que discutiram temas como ensino de Ciências, espaços não formais de ensino e políticas para o ensino de Ciências no Espírito Santo; além de oficinas de experimentos, palestras sobre material didático e apresentação de trabalhos. O evento foi uma oportunidade para discutir o ensino de ciências de forma integrada e lúdica, buscando alinhar-se com as tendências da educação científica nacional e mundial. Local: Sesc Aracruz.

Potencialidades para o Ensino Investigativo

O programa de capacitação foi constituído com base nos seguintes objetivos: (a) aprofundar os conhecimentos científicos adquiridos em cursos de graduação; (b) desenvolver capacidades criadoras em ensino de Ciências; (c) promover a experimentação e a investigação em ensino de Ciências; (d) desenvolver abordagens temáticas à luz do movimento CTS/CTSA, buscando promover a contextualização e a interdisciplinaridade a serem aplicadas em sala de aula; e (e) produzir um livro reunindo algumas propostas pedagógicas resultado da formação continuada.

O ensino de ciências é complexo quando o objetivo principal é promover a compreensão conceitual, articulada às questões processuais, à natureza da ciência, aplicações e questões sociocientíficas que fazem parte da concepção do indivíduo cientificamente alfabetizado (Moeed, 2013). No ensino por investigação, os estudantes interagem, exploram e experimentam o mundo natural, mas devem ter uma linha orientadora, a fim de se atingir um objetivo acadêmico. Por meio de um processo investigativo, envolvem-se na própria aprendizagem, construindo questões, elaborando hipóteses, analisando evidências, tirando conclusões, comunicando resultados. Nesta perspectiva, a aprendizagem de conteúdos está além do limite conceitual, mas engloba as questões procedimentais e atitudinais, oportunizando novas compreensões, significados e conhecimentos do conteúdo ensinado (Moeed, 2013; Carvalho, 2013).

Os encontros do curso de capacitação em práticas experimentais investigativas de professores de biologia, física e química da rede estadual de ensino médio do Estado do Espírito Santo aconteceram aos sábados, das 8h às 17h. Durante o encontro, tínhamos o desafio de promover conexões entre os temas sociocientíficos propostos e o conteúdo abordado em forma de experimentos, estratégias lúdicas e visitas aos espaços de educação não formal. Conforme está apresentado na figura 1,



a conexão dos saberes era promovida por meio de uma sequência didática (SD) desenvolvida em quatro momentos durante o dia de sábado, no ano de 2011: (1) Momento interdisciplinar; (2) Momento de problematização; (3) Momento de investigação e experimentação; e (4) Momento de avaliação do conhecimento (culminância). A escolha deste modelo de sequência didática (SD) foi inspirada nas propostas de Zabala (1998) e nos Três Momentos Pedagógicos (3MP) de Delizoicov, Angotti & Pernambuco (2002).

Figura 1. Momentos da sequência didática (SD) na formação continuada de professores de ciências da natureza (Biologia, Física e Química) da Rede Pública de Ensino Secundário, realizada aos sábados durante o ano de 2011, no Estado do Espírito Santo - Brasil.

O Momento I – Interdisciplinar tinha o objetivo de apresentar o cronograma do dia da formação continuada com pelo menos um conteúdo a ser trabalhado na última etapa do dia. Neste momento, sempre havia uma palestra sensibilizadora (tabela 3), e a apresentação de sugestões para conectar os temas sociocientíficos a fim de estabelecer a conexão entre conteúdos programáticos e SSI por meio das estratégias de ensino. Então, o desafio da SD era promover a conexão entre o tema sociocientífico CTS/CTSA e o conteúdo de Ciências da Natureza. Para promover conexões, foram elaboradas estratégias de ensino nos momentos subsequentes, com a produção de jogos pedagógicos, exibição de filmes cinematográficos, palestras específicas, elaboração de dinâmicas de júri, simulações, entre outras, seguidos sempre de debates. Os temas sociocientíficos foram desenvolvidos com base em três princípios: cidadania; contextualização; interdisciplinaridade; e transdisciplinaridade. Esses pilares nortearam o desenvolvimento dos trabalhos realizados pelos professores e alunos do curso de capacitação em práticas experimentais investigativas.

No Momento II, Problematização, quando todos os professores eram separados de acordo com suas disciplinas, buscava-se produzir perguntas sobre os temas sociocientíficos relacionados às propostas pedagógicas do dia, muitas das vezes apresentada em forma de prática de laboratório. Para catalisar o processo criativo, estratégias lúdicas foram realizadas para fomentar as discussões e reflexões. Como exemplo de estratégia lúdica, foram elaborados jogos pedagógicos, dinâmicas em grupo, teatro pedagógico e exibição de filme cinematográfico, sempre seguido de um debate sobre os temas, buscando conexões com os conteúdos programáticos trabalhado na prática de laboratório.



Tabela 3. Palestras realizadas no Momento I durante a formação continuada de professores de Ciências da Natureza da Rede Pública de Educação Básica do Estado do Espírito Santo, realizada em 2011.

Reunião	Atividade
1	Ensino por investigação no contexto das Ciências da Natureza.
2	Abordagens CTS/CTSA.
3	Temas Sociocientíficos baseados no Estado do Espírito Santo.
4	Planejamento da aula utilizando os Três Momentos Pedagógicos.
5	Laboratório escolar de ciências: algumas propostas.
6	Segurança de laboratório escolar de ciências.
7	Produção de relatos de práticas pedagógicas.
8	Aprendizagem colaborativa. Apresentação e seleção dos relatos para o SEMEC/ES.

O Momento III, Investigação e Experimentação, normalmente acontecia nos laboratórios de informática, seguido do laboratório de ciências (física, química e biologia), quando os professores investigavam na internet os temas sociocientíficos, buscando a compreensão do procedimento experimental, formulação de hipóteses com base na argumentação, com construção de mapas conceituais. Quando se esgotava a etapa do laboratório de informática, os professores em formação continuada realizavam as práticas experimentais nos laboratórios de ciências. Os professores eram alocados nos respectivos laboratórios de biologia, física e química, de acordo com sua formação inicial.

Na figura 2 está apresentado duas situações do momento III que foram evidenciadas durante a formação de professores. Uma situação tratou de um experimento de termologia usando energia solar, desenvolvido pelo grupo de professores de física no campus Vitória. Eles construíram um sistema de troca térmica usando formas de alumínio caseiras, um vidro, cola de metal e conexões de alumínio, para estudar o aquecimento de água por condução, convecção e radiação. A outra situação tratou de um experimento de eletroquímica produzido por professores de química no campus Colatina. Eles evidenciaram a formação de meio básico e a formação de I_2 em meio aquoso a partir da eletrólise de solução de KI.



Figura 2. Dois experimentos realizados no momento III, durante a formação continuada de professores de ciências da natureza (biologia, física e química). Experiência 1 - sistema de troca térmica usando formas de alumínio caseiras, um vidro, cola de metal e conexões de alumínio. Experiência 2 - eletrólise de solução de KI, evidenciando a formação de meio básico e a formação de I_2 em meio aquoso.



No dicionário, a palavra “investigação” aparece como sinônimo de “pesquisa”, ação de averiguar; em que há inquérito; apuração; análise excessivamente rigorosa sobre alguma coisa, geralmente, acerca dos assuntos relacionados com o campo científico. De acordo com Sasseron (2013, p.11), uma investigação científica pode acontecer de diferentes maneiras e, provavelmente, a maneira de acontecer está ligado às condições disponibilizadas e às especificidades do que se investiga. No entanto, é possível dizer que toda investigação científica envolve um problema, o trabalho de dados, informações e conhecimentos já existentes, o levantamento e o teste de hipóteses, o reconhecimento de variáveis e o controle destas, o estabelecimento de relações entre as informações e a construção de uma explicação.

A relação entre o programa de formação continuada e a perspectiva do ensino investigativo (tabela 4) foi analisada com base em Gil e Castro (1996). No Momento IV, a culminância, ocorria a avaliação do processo com a apresentação de um relatório final, quase sempre em forma de mapas conceituais, projetada, e cartazes, finalizando a última etapa da sequência didática do dia. Frequentemente, os professores aplicavam a proposta pedagógica desenvolvida na formação continuada, na escola de origem durante a semana. No encontro subsequente, havia um relato da aplicação da prática na escola de origem, durante no Momento IV do respectivo encontro.

Tabela 4. Relação entre o programa de formação continuada e a perspectiva do ensino investigativo, baseado em Gil & Castro (1996). Observação: os alunos da formação de professores de ciências da natureza eram professores de biologia, física e química da Rede Pública de Ensino Secundário do Estado do Espírito Santo.

Categorias	Contexto da formação continuada de professores de ciências da natureza
apresentar situações problematizadoras abertas.	No momento II os alunos eram convidados a pensarem problemas – questões sociocientíficas, relacionadas ao Estado do Espírito Santo, que poderiam ter alguma relação com a experiência investigativa a ser estudada no dia.
favorecer a reflexão dos alunos sobre a relevância.	Quando questões sociocientíficas eram identificadas, os alunos produziam um debate sobre o detalhamento da experiência investigativa e potencialidades pedagógicas.
potencializar as análises qualitativas, propiciando a formulação de questões.	No momento III, quando havia a investigação e experimentação, o professor da turma de formação continuada solicitava alguns questionamentos para o problema a ser estudado.
considerar a elaboração e testes de hipóteses como uma das etapas da investigação.	No momento III, durante a experimentação, os alunos testavam as hipóteses levantadas para cada pergunta realizada previamente.
considerar a análise dos resultados com base nos conhecimentos disponíveis.	No momento III, havia a busca pela explicação dos resultados obtidos durante a experimentação, relacionando com experiências cotidianas.
desenvolver o trabalho acompanhado por memórias científicas.	Todo trabalho era acompanhado por um diário de bordo, elaborado pelos grupos de trabalho. Ao final, os grupos faziam a leitura do que havia sido abordado no dia da formação continuada.



ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por meio de grupos de trabalho, propiciando interação entre si.

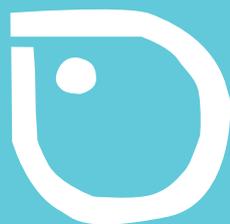
O momento I, interdisciplinar, quando era apresentado algum assunto mais geral, comum para os grupos de alunos de física, química e biologia,

Potencialidades para o Enfoque CTS/CTSA

Em 2009, a Secretaria de Estado de Educação do Espírito Santo promoveu uma importante reforma nos currículos dos ensinos fundamental e médio e propôs a implantação da abordagem CTS nas atividades desenvolvidas pelas disciplinas da chamada Área das Ciências da Natureza no Ensino Médio. Foi organizado um curso de capacitação para 120 professores multiplicadores, que resultou na construção coletiva de dez controvérsias envolvendo temas sociocientíficos reais, baseado em questões locais e regionais do Estado do Espírito Santo (Chispino, 2013). Com base nestas controvérsias, foram estabelecidos doze temas sociocientíficos que orientaram a construção de práticas experimentais investigativas durante o curso de formação continuada (tabela 5).

Tabela 5. Os temas sociocientíficos utilizados no programa de formação continuada de professores de ciências da natureza do estado do Espírito Santo.

Temas Sociocientíficos	Contexto
(1) Agricultura	Uma boa parte da economia do estado do Espírito Santo é baseada na agricultura do café, frutíferas e hortaliças. Esse tema envolve questões de uso de agrotóxico, agricultura sustentável, agricultura doméstica, entre outras.
(2) Água Potável	A produção de água potável envolve tanto a questão de tratamento de água pelas ETA, como também as fábricas de água mineral situadas na região serrana do estado. Esse tema envolve questões de poluição de águas, reciclagem de água, uso racional da água, tratamento de água, entre outros.
(3) Biocombustível	A produção de biocombustível envolve tanto a produção de álcool a partir da cana de açúcar, como também a produção de biodiesel a partir de óleo vegetal. Esse tema envolve questões de poluição de combustíveis, reciclagem de óleo vegetal, eficiência de combustível automotivo, entre outros.
(4) Saúde e Alimentação	A temática de saúde e alimentação é muito discutida no estado do Espírito Santo, já que está relacionado a problemas de obesidade, hipertensão, diabetes, entre outros assuntos. Esse tema envolve questões de intoxicação por ingestão de alimentos contaminados, vigilância sanitária, consumo excessivo de sal e de açúcar, entre outros.
(5) Energia	A temática de energia é muito importante porque trata das hidrelétricas, termoeletricas e matrizes energéticas sustentáveis, presentes no estado do Espírito Santo. Esse tema envolve questões de consumo de energia, energia eólica, energia solar e energia nuclear, entre outras.
(6) Vícios, Violência e Valorização da Vida	A temática de Vícios, Violência e Valorização da Vida é muito importante porque representa uma estatística considerável no estado do Espírito Santo. Esse tema envolve questões de consumo de álcool, fumo e drogas, a violência da mulher, o preconceito, entre outras.
(7) Lixo	A temática de Lixo é muito importante porque trata dos problemas de sistemas públicos de coleta de lixo e descarte, presentes no estado do Espírito Santo. Esse tema envolve questões de consumo e geração de lixo, coleta seletiva, reuso, reciclagem e reutilização, lixo seco, entre outras.



(8) Mármore e Granito	A temática de Mármore e Granito é muito importante porque trata de uma importante renda para região sul e norte do estado do Espírito Santo. Esse tema envolve questões do pó de mármore nas cidades, doenças associadas a atividade, tecnologias, entre outras.
(9) Petróleo	A temática de Petróleo é muito importante porque trata de uma importante renda para região litorânea do estado do Espírito Santo. Esse tema envolve questões de frações do petróleo, gás natural, reservas esgotáveis, tecnologias, entre outras.
(10) Biotecnologia e Transgênicos	A temática de Biotecnologia e Transgênicos é muito importante porque está muito presente na agricultura do estado do Espírito Santo. Esse tema envolve questões de alimentos transgênicos, combate a fome e as pragas, agricultura orgânica, entre outras.
(11) Comunicação	A temática de Comunicação é muito importante porque abrange as Redes de Telefonia e de TV do estado do Espírito Santo. Esse tema envolve questões de tecnologias de comunicação, doenças relacionadas, uso racional do celular, entre outras.
(12) Automação	A temática de Automação é muito importante porque abrange a base da indústria do estado do Espírito Santo. Esse tema envolve questões de tecnologias de automação, uso racional do automação, desemprego, entre outras.

Durante as reuniões iniciais com os professores do programa de formação de professores e os 320 alunos (professores da educação básica) distribuídos nos 3 polos de ensino, acordou-se iriam ser tratadas temáticas do Estado do Espírito Santo. O grupo de alunos da física trouxe mais dois temas, comunicação e automação, além dos 10 temas já sugeridos pelos trabalhos anteriores, somando-se um total de 12 temas sociocientíficos trabalhados durante a formação continuada.

Ao longo da formação continuada, durante o sábado, os professores-alunos eram convidados a relacionarem temas sociocientíficos com conteúdos de ciências da natureza, de biologia, de física ou de química, por meio de uma estratégia de ensino (figura 3). As estratégias de ensino empregadas durante a formação foram inúmeras, quase todas lúdicas. De acordo com Teixeira (2003), o enfoque CTS é abordado por múltiplas estratégias didáticas, podendo ser: palestras, demonstrações, sessões de questionamento, solução de problemas e experimentos de laboratório. Mas também acrescentamos as abordagens lúdicas, como os jogos, simulações, fóruns de debates, maquetes, redação de cartas para as autoridades, visitas a museus e indústrias, criação de *folders*, entrevistas com pessoas da localidade, análise de dados colhidos na internet, materiais audiovisuais, entre outras.



Figura 3. Esquematização da relação entre Temas Sociocientíficos de CTS/CTSA com conteúdos programáticos de ciências, por meio de estratégias de ensino.



Reis e Galvão (2008) sugerem que sejam utilizados temas sociocientíficos controversos para discutir conteúdos de ciências articulados as 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, procuramos estabelecer um diálogo entre o espaço de educação formal e os problemas sociais e arranjos produtivos locais e regionais do Estado do Espírito Santo, orientados por temas sociocientíficos (SSI), investigando experiências cotidianas e imagens dos locais, com auxílio de internet e visitas guiadas (Reis & Galvão, 2008; Sadler, 2011).

Em nosso curso de formação continuada de professores procuramos nos apropriar do enfoque CTS/CTSA propostas por Santos & Auler (2011). Entretanto, Aikenhead (2009), em seu livro "Educação científica para todos", relata a influência do movimento CTS/CTSA na política curricular no Canadá, iniciado na década de 80. Neste caso, o objetivo era superar o conhecimento memorizado, criando projetos pedagógicos escolares que levassem a alfabetização científica, consideração aspectos científicos, tecnológicos e socioambientais. Além do Canadá, outros países, como EUA, Inglaterra e Países Baixos, iniciaram o processo de implantação de um currículo de ciências no ensino superior e no ensino secundário, com enfoque CTS/CTSA (Santos & Auler, 2011).

No Brasil, o enfoque CTS/CTSA foi iniciada na década de 90, com a produção de materiais didáticos e projetos curriculares. Auler e Bazzo (2001) atribuem esse "atraso" à história de dominação do Brasil, além da influência do Positivismo. Portanto, o programa de formação continuada de professores abordou conteúdos programáticos de ciências da natureza articulados às questões históricas, culturais, locais e regionais, sobretudo, questões socioambientais. Com relação ao uso dos slogans CTS e CTSA, Vilches, Perez e Praia (2011) pontuam que o movimento surgido originalmente como CTS, foi resignificado em CTSA durante a década de 90, para ressaltar a emergência das questões ambientais nos últimos tempos. Desta forma, temas como a contaminação descontrolada de sistemas aquáticos; esgotamento de recursos naturais; degradação dos ecossistemas; distribuição de renda, saneamento e saúde; entre outros, passaram a ser abordados com mais frequência nas práticas com enfoque CTS/CTSA.

Com base em Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins (2011), utilizamos alguns princípios importantes que devam estar presentes na formação de professores de ciências para garantir o enfoque CTS (tabela 6). Os autores ressaltam a importância da visão construtivista no processo de formação continuada, a fim de propiciarem as concepções compreensivas do ensino, da aprendizagem, dos conteúdos e do contexto da educação. Em nosso trabalho, buscamos uma visão sociocultural, baseada na realidade local e regional do Estado do Espírito Santo, para evidenciar os problemas cotidianos de tal maneira que os alunos da educação básica possam produzir conexões entre os conteúdos de ciências e as temáticas locais.



Tabela 6. Relação entre o programa de formação continuada e o enfoque CTS/CTSA, baseado em Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins (2011). Observação: Os alunos da formação de professores de ciências da natureza eram professores de biologia, física e química da Rede Pública de Ensino Secundário do Estado do Espírito Santo.

Categorias da formação continuada de professores de ciências da natureza e o enfoque CTS/CTSA	Contexto
(i) articulação entre a formação inicial e a continuada no quadro de processos de mudança;	Nos momentos II, III e IV, os alunos eram separados de acordo com a área de conhecimento – biologia, física e química, com um professor orientador em cada sala/laboratório.
(ii) a ligação entre formação de professores e o desenvolvimento organizacional da escola;	O momento I tratava de temas mais gerais que estivessem relacionados com a implementação do ensino investigativo na escola. Eram abordados temas como melhoria do laboratório de ciências, consenso no uso dos diferentes espaços tecnológicos da escola, financiamento da direção da escola para a manutenção dos espaços tecnológicos etc.
(iii) a melhoria do conhecimento pedagógico/didático de conteúdo;	No momento IV, durante a avaliação, os alunos eram questionados sobre como poderiam aplicar a referida prática no contexto da o "ensino de" de biologia, física ou química. E que conteúdos programáticos poderiam ser abordados com a experiência estudada.
(iv) a integração teoria-prática;	A sequência de ensino investigativo promovia a relação teoria-prática, isto é, a práxis educativa. O momento II evidenciava a teoria envolvida no processo estudado e a prática era desenvolvida no momento III.
(v) a articulação entre a formação recebida pelo professor e o tipo de educação que posteriormente lhe será pedido que desenvolva;	No momento IV, durante a avaliação, havia uma reflexão sobre as possibilidades de aplicação da sequência didática na sala de aula de educação básica.
(vi) a consideração e resposta às necessidades características pessoais, cognitivas, contextuais e relacionais de cada professor ou grupo de professores;	O acompanhamento do processo por um diário de bordo promovia a criação de memórias, elaborado pelos grupos de trabalho. Havia a busca pela explicação dos resultados obtidos durante a experimentação, relacionando com experiências cotidianas.
(vii) a criação de oportunidades para o professor em formação questionar as suas próprias concepções e práticas.	Tanto o momento I, interdisciplinar, quando era apresentado algum assunto mais geral, comum para os grupos de alunos de física, química e biologia, como o momento IV, avaliação, havia uma reflexão sobre as possibilidades de aplicação da sequência didática na sala de aula de educação básica. No ato da leitura do relatório final, os grupos comentavam as possibilidades de práticas e expunham suas concepções.

Como resultado desta formação continuada, houve o I Seminário de Ensino de Ciências da Rede Estadual de Ensino Médio do Espírito Santo (Semec-ES) realizado nos dias 18 e 19 de julho, totalizando 16 horas, no Sesc Aracruz (Figura 4). Durante o evento, foram realizadas mesas-redondas, que discutiram temas como ensino de Ciências, espaços não formais de ensino e políticas para o ensino de Ciências no Espírito Santo, além de oficinas de experimentos, palestras sobre material didático e apresentação de trabalhos. O evento foi uma oportunidade para discutir o ensino de ciências de forma integrada e lúdica, buscando alinhar-se com as tendências da educação científica nacional e mundial. Como resultado do momento de aplicação dos conhecimentos, os grupos produziram cerca de 70 relatos de experiências, que foram selecionados e agrupados em um livro didático voltado para o professor de Ciências da Natureza.

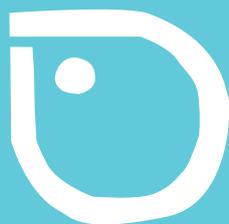


Figura 4. I Seminário de Ensino de Ciências da Rede Estadual de Ensino Médio do Espírito Santo (Semec-ES) realizado nos dias 18 e 19 de julho, totalizando 16 horas, no Sesc Aracruz. Na primeira foto a mesa redonda sobre ensino de ciências. Nas fotos seguintes, oficinas de experimentos.

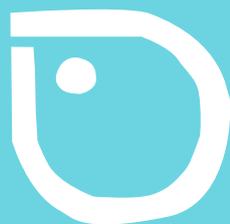
Conclusões

Durante a formação continuada de professores de ciências da natureza foi possível desenvolver um ensino investigativo em que os formandos interagiram, exploraram e experimentaram o mundo natural, sob uma linha orientadora, a fim de se atingir um objetivo acadêmico. Por meio de um processo investigativo, envolveram-se na própria aprendizagem, construindo questões, elaborando hipóteses, analisando evidências, tirando conclusões, comunicando resultados. Nesta perspectiva, a aprendizagem de conteúdos está além do limite conceitual, englobando questões procedimentais e atitudinais, oportunizando novas compreensões, significados e conhecimentos do conteúdo ensinado. Assim, buscamos nos aproximar dos pressupostos de Paulo Freire, buscando superar a educação bancária, e produzir nos professores uma perspectiva progressista, crítica e emancipadora (FREIRE, 2005).

No que diz respeito a formação de professores de ciências da natureza, baseado em Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins (2011), foi possível seguir os seguintes princípios, a saber: (i) articulação entre a formação inicial e a continuada no quadro de processos de mudança; (ii) a ligação entre formação de professores e o desenvolvimento organizacional da escola; (iii) a melhoria do conhecimento pedagógico/didático de conteúdo; (iv) a integração teoria-prática; (v) a articulação entre a formação recebida pelo professor e o tipo de educação que posteriormente lhe será pedido que desenvolva; (vi) a consideração e resposta às necessidades características pessoais, cognitivas, contextuais e relacionais de cada professor ou grupo de professores; e (vii) a criação de oportunidades para o professor em formação questionar as suas próprias concepções e práticas.

Buscando superar a influência do Positivismo, o programa de formação continuada de professores abordou conteúdos programáticos de ciências da natureza articulados às questões sociocientíficas, sócio-históricas, socioculturais, locais e regionais, sobretudo, questões socioambientais. O uso de temas sociocientíficos propiciou a discussão de conteúdos de ciências articulados as questões morais, éticas, de valor, sobretudo, criar situações nas quais as pessoas foram obrigadas a se posicionarem, provocando um processo de reflexão sobre seus conceitos, credos, valores, mitos e pensamentos. Assim, buscamos estabelecer um diálogo entre o espaço de educação formal e os problemas sociais e arranjos produtivos locais e regionais do Estado do Espírito Santo, orientados por temas sociocientíficos (SSI).

Portanto, o programa de formação continuada de professores abordou conteúdos programáticos de ciências da natureza às questões históricas, culturais, locais e regionais, sobretudo, questões



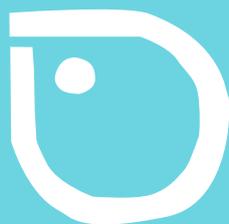
socioambientais, orientados pela perspectiva do ensino investigativo com enfoque CTS/CTSA. Ressalta-se o impacto desta formação continuada na sala de aula de ciências da natureza, sobretudo, da Rede de Educação Básica do Estado do Espírito Santo. Dados do PAEBES – Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo apontaram uma melhoria do ensino de Ciências na Rede Pública de Ensino Médio do Estado do Espírito Santo, nos anos de 2011 e 2012.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos professores do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) que participaram do Programa de Formação Continuada de Professores de Ciências da Natureza, ao Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação (FNDE) e à Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo (SEDU/ES) pelo apoio financeiro.

Referências

- Aikenhead, G. S. (2009). *Educação Científica para todos* (Tradução de Maria Teresa Oliveira, 1.ª Ed.). Mangualde - PT: Edições Pedagogo.
- Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, 7(1), 01-13.
- Bardin, L. (2004). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Brasil. (2013). *Diretrizes Curriculares Nacionais*. Brasília – DF: Ministério da Educação.
- Brasil. (2014). *Planejando a Próxima Década Conhecendo as 20 Metas do Plano Nacional de Educação*. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Articulação com os Sistemas de Ensino.
- Carvalho, A. M. P. (Org.) (2013). *Ensino de ciências por investigação - condições para implementação em sala de aula* (1.ª Ed.). São Paulo: Cengage.
- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J., & Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez.
- Chripino, A. (2013). O uso do enfoque CTS e controvérsias tecnocientíficas por professores do ensino médio: um exemplo da capacitação em serviço em grande escala. *Revista Enseñanza de las ciencias. volume extra*, 914-918.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. (2011). *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos* (4.ª Ed.). São Paulo: Cortez.
- Freire, P. (2005). *Pedagogia do oprimido* (40.ª Ed.). São Paulo: Paz e Terra.
- Gil-Pérez, D., & Valdez Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio com investigación: um ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de Las Ciencias*, 14(2), 155-163.
- Gil, A. C. (2009). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.



- Leite, S. Q. M. (Org.) (2012). *Práticas Experimentais Investigativas no Ensino de Ciências* (1.ª Ed.). Vitória - Espírito Santo: Editora Ifes.
- Moeed, A. (2013). Science investigation that best supports student learning: teachers understanding of science investigation. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8, 537 - 559. doi:10.12973/ijese.2013.218a
- Reis, P. G. R., & Galvão, C. (2008). Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. *Revista eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 746-772.
- Sadler, T. D. (Editor). (2011). *Socio-scientific Issues in the Classroom. Teaching, Learning, and Research*. Florida – USA: Springer.
- Santos, W. L. P., & Auler, D. (Org.) (2011). *CTS e educação científica. Desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora UnB.
- Sasseron, L. H. (2013). Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In A. M. P. Carvalho (Org.), *Ensino de ciências por investigação - condições para implementação em sala de aula* (1.ª Ed, pp. 41-62). São Paulo: Cengage.
- Simanrd, D. (2010). Carl Rogers e a pedagogia aberta. In C. Gauthier, & M. Tardif (Orgs.), *A pedagogia. Teorias e práticas da antiguidade aos nossos dias* (pp. 271-304). Petrópolis: Editora Vozes.
- Teixeira, P. M. M. (2003). A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 9(2), 177-190.
- UNESCO. (2001). *Educação para Todos: o compromisso de Dakar*. Brasília, DF: Unesco Brasil.
- UNESCO. (2015). *11º Relatório de Monitoramento Global de Educação para Todos*. Brasília, DF: Unesco Brasil.
- Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. P. (2011). *A educação em ciências com orientações CTS. Atividades para o ensino básico*. Porto: Areal editores.
- Vilches, A., Gil-Pérez, D., & Praia, J. (2011). De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In W. L. P. Santos, & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa* (pp. 161-184). Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Zabala, A. (1998). *A prática educativa: como ensinar* (Tradução de Ernani F. da Rosa). Porto Alegre: Artmed.