

Sequências Didáticas sobre as Questões Sociocientíficas: contribuições resultantes da Intervenção Pedagógica na formação continuada de professores de Ciências da Natureza

Everton Joventino da Silva¹

Maria Delourdes Maciel²

Resumo: Questões cotidianas sobre Ciência e Tecnologia – como o uso de células-tronco; a utilização de fontes alternativas de energia; entre outras – são denominadas Questões Sociocientíficas (QSC). O uso destas nas atividades desenvolvidas em espaços de educação formal torna-se um importante instrumento para o desenvolvimento da Alfabetização Científica (AC). Nesse sentido, destaca-se a necessidade de compreender de que forma estratégias de ensino podem contribuir para a abordagem de Questões Sociocientíficas. Para tanto, por meio da metodologia de Intervenção Pedagógica, foi promovido um curso de formação continuada para professores de Ciências da Natureza, na cidade de São Paulo. Os dados obtidos por meio das Sequências Didáticas (SD) produzidas foram analisados a partir da técnica de Análise de Conteúdo. Os resultados atingidos permitiram a construção de uma Matriz de Análise e a identificação de elementos a serem considerados na elaboração de uma Sequência Didática com foco em Questões Sociocientíficas.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Questões Sociocientíficas. Formação de Professores.


Didactics Sequences about Socioscientifics Issues: the results that arrived from the Pedagogic Intervention in the continued development of science and nature teachers

Abstract: Quotidian questions about Science and Technology - such as the use of stem cells, alternative energy sources; among others - they are called Scientifics Issues. The use of these on developed activities among formal educational places, become an important instrument for the development of Scientific Literacy (SL). In that regard, the need to understand how teaching strategies can contribute to an approach regarding Scientifics Issues. Therefore, through the Pedagogy Intervention's methodology, it was promoted a continued development course for Science of Nature's teachers, in the city of Sao Paulo. The data received through the Didactic Sequences (DS) produced, were analysed from the Content Analise technic. The achieved results allowed a Matrix Analyse and the identification of elements to be considered in the elaboration of a didactic sequence with the Socioscientifics Issues as the main focus.

Keywords: Science Teaching. Socioscientifics Issues. Teacher Training.

Secuencias Didácticas sobre cuestiones sociocientíficas: Contribuciones de una Intervención Pedagógica en la formación continua de profesores de Ciencias Naturales

Resumen: Las preguntas cotidianas sobre Ciencia y Tecnología - como el uso de

¹ Secretaria da Educação do Estado de São Paulo — São Paulo, Brasil. ✉ evertonjoventino@prof.educacao.sp.gov.br.  <https://orcid.org/0000-0002-7438-3820>.

² Universidade Cruzeiro do Sul — São Paulo, Brasil. ✉ delourdes.maciell@gmail.com.  <https://orcid.org/0000-0002-6821-5185>.

células madre, el uso de fuentes alternativas de energía; entre otras - se denominan Cuestiones Sociocientíficas. El uso de estas en actividades realizadas en espacios de educación formal se convierte en un instrumento importante para el desarrollo de la Alfabetización Científica (AC). De esta manera, existe la necesidad de comprender cómo las estrategias didácticas pueden contribuir al bordaje de las Cuestiones Sociocientíficas. Para ello, utilizando la metodología de la Intervención Pedagógica, se promovió un curso de formación continua para profesores de Ciencias Naturales de la ciudad de São Paulo. Los datos obtenidos a través de las Secuencias Didácticas (SD) producidas por los docentes participantes, fueron analizados mediante la técnica de Análisis de Contenido. Los resultados logrados permitieron la construcción de una Matriz de Análisis y la identificación de elementos a ser considerados en la elaboración de una secuencia didáctica enfocada en Cuestiones Sociocientíficas.

Palabras clave: Enseñanza de las Ciencias. Cuestiones Sociocientíficas. Formación de Profesores.

1 Introdução

Questões cotidianas sobre Ciência e Tecnologia – como: o uso de células-tronco; os efeitos das telecomunicações relativos à saúde humana; a utilização de fontes alternativas de energia; entre outras – são, conforme Martínez-Pérez e Carvalho (2012), denominadas Questões Sociocientíficas (QSC). Trazidas pelos diferentes tipos de mídia e, muitas vezes, debatidas pelos cidadãos, a discussão dessas questões demanda um melhor entendimento dos diversos aspectos relacionados a elas, tais como: política, cultura, religião, economia, ética e, também, características associadas à natureza do conhecimento científico.

O uso de QSC nas atividades desenvolvidas em espaços de educação formal (como as escolas) e em ambientes não formais – como museus –, torna-se um importante instrumento para o desenvolvimento da Alfabetização Científica (AC), da construção de uma nova forma de compreender a Ciência e a Tecnologia, e de considerar o impacto delas na sociedade. Pezarini e Maciel (2018) buscaram identificar, em sua pesquisa, como está constituída a educação brasileira pela perspectiva Sociocientífica e da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na promoção da argumentação no Ensino de Ciências.

No que diz respeito à formação de professores, Lopes e Carvalho (2018) desenvolveram uma proposta no âmbito das associações livres, interpretadas a partir da teoria da ação comunicativa, proposta por Jürgen Habermas, além de integrar a compreensão e a formulação de práticas docentes com as Questões Sociocientíficas.

A seleção de estratégias de ensino para o desenvolvimento do processo de AC demanda, do professor, a definição de objetivos que serão desenvolvidos; conteúdos

(conceituais, atitudinais e procedimentais) que poderão ser abordados; e instrumentos de avaliação, a fim de dimensionar as contribuições e realizar possíveis ajustes da intervenção. Nesse contexto, estratégias de ensino com o uso de Sequências Didáticas (SD) colaboram para que o professor possa organizar e desenvolver intervenções que favoreçam a promoção da AC dos alunos. Além disso, ao abordar QSC, posicionando-se a partir de diferentes perspectivas, estabelecendo relações com a Educação CTS, o docente fornece subsídios que estimulam o interesse do estudante pela Ciência e pela Tecnologia, além de melhorar a sua capacidade de argumentação.

Diante da relevância que as QSC possuem, mais especificamente para o Ensino de Ciências da Natureza, considerou-se importante o desenvolvimento de uma pesquisa em âmbito de doutorado, com vistas a compreender se e de que forma os professores da referida disciplina da rede pública estadual abordam as QSC, com alicerce no Currículo de Ciências da Natureza do Estado de São Paulo.

Para tanto, após ser solicitada à Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, foi realizada uma Intervenção Pedagógica, por meio de um curso de formação continuada, intitulado: “Questões Sociocientíficas e o Currículo de Ciências do Estado de São Paulo”, com duração de 40h, sendo distribuídas em cinco encontros presenciais (20h) e atividades a distância (20h). O curso foi direcionado a professores de Ciências da Natureza dos Anos Finais do Ensino Fundamental vinculados à Diretoria de Ensino Leste 2, na cidade de São Paulo, com ênfase na abordagem das Questões Sociocientíficas e na elaboração de Sequências Didáticas sobre a temática proposta e temas como: Alfabetização Científica; Argumentação; História e Natureza da Ciência (NdC). A elaboração e o desenvolvimento das SD deveriam possuir elementos básicos: nome do professor; título; problematização; caracterização da unidade escolar; relação com o currículo; quantidade de aulas; objetivos e conteúdos; desenvolvimento; avaliação e referências. Ademais, precisariam estar associadas a uma QSC.

Este artigo é recorte de uma tese de doutorado defendida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul, escrito pelo primeiro autor e orientado pelo segundo, tendo como objetivo analisar as SD sobre QSC produzidas pelos professores de Ciências da Natureza durante um curso de formação continuada.

2 Contextualização histórica

A importância da Alfabetização Científica (AC) para a nossa sociedade é destacada por diversos pesquisadores, sendo alguns deles: Hurd (1998); Díaz, Alonso e Mas (2003); e Membiela (2007). Desse modo, também é notória a relevância da abordagem das QSC no processo de AC, à medida que, segundo Santos, Conrado e Nunes-Neto (2018), constitui uma estratégia pedagógica que busca conectar Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

No contexto do Educação CTS, além da importância dada à AC, destaca-se a necessidade de compreensão acerca de outras temáticas consolidadas internacionalmente e que possuem grande relevância, como é o caso da Natureza da Ciência (LEDERMAN, 2007) e das QSC (RATCLIFFE e GRACE, 2003).

No que se refere ao desenvolvimento de estratégias de ensino que potencializam a abordagem das QSC, Pérez e Lozano (2016) realçam as contribuições das seguintes ações: debates; reflexões; questionários; atividades experimentais; escritos dos estudantes; busca de informações; desenhos; tabelas; diagramas e mapas conceituais.

A utilização de diferentes estratégias de ensino pode ser organizada por meio de Sequências Didáticas (SD), que consistem em “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p. 18).

As SD, segundo Silva e Silva (2016), têm sido consideradas, na literatura, um tema importante para a investigação do trabalho docente, tanto na perspectiva metodológica quanto na possibilidade de superação da lacuna pesquisa-prática.

Gonçalves e Ferraz (2016) destacam a relevância das SD como instrumento potencial, com o propósito de formação docente reflexiva, utilizando-se de uma pesquisa desenvolvida com professores de Educação Básica, em que puderam planificar SD, aplicar em sala de aula e avaliar todo o processo por meio da socialização das suas experiências.

Quanto à elaboração de SD, Guimarães e Giordan (2012) apresentam aspectos a serem considerados, tais como: título; público-alvo (a partir da caracterização da escola e dos estudantes); problematização; objetivos gerais; metodologia de ensino

(por meio da definição de números de aulas, objetivos, conteúdos e dinâmicas das atividades); elementos da avaliação e referências bibliográficas (do referencial teórico utilizado e do material utilizado). Já no contexto de elaboração de estratégias de ensino com foco nas abordagens das QSC, Santos, Conrado e Nunes-Neto (2018) evidenciam a importância dos conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais, aspectos destacados no contexto internacional pela tipologia de conteúdos proposta por Pozo e Crespo (2009).

3 Metodologia

Este estudo, de caráter qualitativo, é desenvolvido a partir da abordagem da Pesquisa Intervenção Pedagógica, que consiste em “investigações que envolvem o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências” (DAMIANI *et al.*, 2013, p. 58).

Os dados coletados a partir das SD desenvolvidas pelos professores foram analisados por meio da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Durante a etapa de pré-análise, foi realizada a entrega das SD pelos docentes. Na etapa de exploração do material, foram definidas as categorias que emergiram das informações descritas e a construção da Matriz de Análise de SD (Quadro 1). Na terceira etapa, que consistiu no tratamento dos resultados obtidos e na interpretação, foram analisadas as SD produzidas a partir da Matriz de Análise.

Quadro 1: Matriz de Análise de SD

| Unidades de registro | Categorias | Descrição |
|-------------------------|--|---|
| Organização da SD | Abordagem da QSC | Contempla a abordagem de QSC. |
| | Relevância | Justifica a temática da SD. |
| | Articulação entre temática e currículo | Articula a SD com o Currículo de Ciências da Natureza. |
| | Viabilidade | Estabelece tempo viável para o desenvolvimento da SD. |
| | Referências | Destaca as referências utilizadas para o desenvolvimento da SD. |
| Dimensões dos conteúdos | Variedade de conteúdos | Aborda as dimensões conceituais, atitudinais e procedimentais. |
| | Coerência nas dimensões | Expressa coerência das dimensões dos conteúdos. |
| Aspectos metodológicos | Descrição | Descreve com clareza as atividades |

| | | |
|-----------|------------------------------|---|
| | | propostas. |
| | Articulação | Articula as atividades propostas na SD. |
| Avaliação | Instrumentos | Descreve os instrumentos de avaliação. |
| | Articulação com os conteúdos | Articula as dimensões dos conteúdos com os instrumentos de avaliação. |

Fonte: Dados da pesquisa.

4 Resultados

Para a análise das SD desenvolvidas pelos professores, utilizou-se a Matriz de Análise. O Quadro 2 apresenta a análise da SD intitulada “O uso dos agrotóxicos”, elaborada por P1.

Quadro 2: Análise da SD “O uso dos agrotóxicos”

| Unidades de registro | Categorias | Descrição |
|-------------------------|--|---|
| Organização da SD | Abordagem da QSC | O uso de agrotóxicos constitui uma QSC, de caráter controverso e que possui implicações econômicas e políticas. |
| | Relevância | Na justificativa são apresentados elementos sobre os benefícios e malefícios dos agrotóxicos. Entretanto, especifica-se o que são agrotóxicos e a importância da discussão sobre o seu uso. |
| | Articulação entre temática e currículo | Estabelece relação com uma situação de aprendizagem destinada ao 6º ano do Ensino Fundamental do Currículo de Ciências da Natureza do Estado de São Paulo. |
| | Viabilidade | Apresenta, em três aulas, discussões e exposições de vídeos. P1 não descreve se foi realizada a exposição total dos vídeos, o que poderia demandar maior quantidade de aulas. |
| | Referências | São apresentadas as referências utilizadas para o desenvolvimento das atividades propostas na SD. |
| Dimensões dos conteúdos | Variedade de conteúdos | São abordados os conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais, entretanto, ao destacar em “conteúdo procedimental” a investigação dos conhecimentos prévios dos alunos, P1 demonstra uma finalidade relacionada ao desenvolvimento da SD, sem estabelecer relação com a aprendizagem do estudante. |
| | Coerência nas dimensões | Observa-se o conteúdo conceitual destacado por P1 como o desenvolvimento da capacidade crítica sobre o uso dos agrotóxicos está relacionado a um conteúdo atitudinal. |
| Aspectos metodológicos | Descrição | A dinâmica da aula foi descrita no quadro destinado ao conteúdo (objeto de aprendizagem). Os conteúdos (objeto de aprendizagem) não foram apresentados de modo a indicar relações com as atividades propostas. |

| | | |
|-----------|------------------------------|--|
| | Articulação | Identifica-se uma articulação entre as atividades diagnóstica, de produção de materiais e discussão/avaliação descritas na SD. |
| Avaliação | Instrumentos | Apesar de serem descritas alguns tipos de atividades, P1 descreve de forma genérica instrumentos de avaliação, como a participação nas aulas e a realização das atividades, não fazendo referência a quais formas de participação e de atividades. |
| | Articulação com os conteúdos | A descrição genérica dos instrumentos de avaliação dificulta estabelecer relações com os conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais. |

Fonte: Dados da pesquisa.

A SD proposta por P1 aborda uma QSC controversa: o uso dos agrotóxicos. Visando um melhor esclarecimento, inicialmente, convém lembrar que o Brasil é um dos maiores produtores agropecuários do mundo e o segundo país que mais exporta esses produtos, desempenhando um papel de destaque na economia. Para manter a produção, o setor utiliza intensivamente sementes transgênicas e insumos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos (PIGNATI *et al.*, 2017).

No entanto, os impactos oriundos da utilização desses produtos, em especial dos agrotóxicos, demanda reflexões que não se limitam apenas à sua ação de combate a seres vivos que comprometem a produção agrícola, mas também aos impactos relacionados à poluição (do solo, ar e água) e da saúde dos cidadãos que têm contato direto ou indireto com esses produtos. Em contribuição, Moreno (2019) destaca a importância de serem compreendidos os aspectos científicos, sociais, econômicos, ambientais e políticos que podem ser abordados a partir de uma proposta de Sequência Didática que retrate as controvérsias sociocientíficas acerca dos agrotóxicos.

A segunda SD analisada foi desenvolvida por P2 e P6, intitulada “A poluição da água: estudo do entorno”, descrita no Quadro 3.

Quadro 3: Análise da SD “A poluição da água: estudo do entorno”

| Unidades de registro | Categorias | Descrição |
|----------------------|--|---|
| Organização da SD | Abordagem da QSC | A poluição da água configura-se como uma QSC. |
| | Relevância | A temática escolhida para a SD possui relação com as condições do entorno da unidade escolar. |
| | Articulação entre temática e currículo | A temática está articulada com a situação de aprendizagem destinada ao 6º ano do Ensino |

| | | |
|-------------------------|------------------------------|--|
| | | Fundamental. |
| | Viabilidade | As atividades foram propostas no sentido de serem desenvolvidas em quatro aulas e a se mostrarem viáveis. |
| | Referências | São descritas as referências como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e o Currículo do Estado de São Paulo. |
| Dimensões dos conteúdos | Variedade de conteúdos | São descritos os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Entretanto, verifica-se que não estão bem definidos os objetivos de aprendizagem associados a esses conteúdos. |
| | Coerência nas dimensões | Com relação aos conteúdos conceituais, são expressos os objetos de conhecimento e não os objetivos de aprendizagem a serem contemplados. Nos conteúdos atitudinais, são expressas estratégias de ensino. São descritos nos conteúdos atitudinais objetivos de aprendizagem relacionados à conscientização, posicionamento, percepção e disseminação. |
| Aspectos metodológicos | Descrição | São descritas atividades que foram desenvolvidas nas quatro aulas. Entretanto, percebe-se a necessidade de descrever as estratégias a serem abordadas (rodas de conversa e coleta de dados). |
| | Articulação | Verifica-se a necessidade de a SD conter uma atividade diagnóstica sobre a QSC. As atividades relacionadas aos mapas, visita ao entorno e produção do material apresentam articulações de modo a fornecer subsídios para a discussão da QSC. |
| Avaliação | Instrumentos | Destaca a avaliação continuada. Entretanto, não define quais tipos de instrumentos serão utilizados. |
| | Articulação com os conteúdos | Apesar de não terem sido descritos os conteúdos conceituais e procedimentais, é possível identificar a preocupação com a abordagem de conteúdos conceituais ao serem descritos os objetos de conhecimento com poluição, tipos de poluição, etc. Em relação aos conteúdos procedimentais, destaca-se a construção dos mapas e cartazes. |

Fonte: Dados da pesquisa.

A SD proposta por P2 e P6 aborda uma QSC que, necessariamente, não está pautada por controvérsias. Galli e Abe (2010) pontuam alguns aspectos que estão associados à poluição hídrica; dentre eles: o lançamento de esgotos domésticos; o uso de agrotóxicos na agricultura; e a recepção da água de chuva resultante da poluição atmosférica.

A poluição da água envolve, também, discussões acerca do uso e consumo dos recursos hídricos, de modo que Silva (2009) alerta sobre a importância de

considerar os aspectos políticos, econômicos, sociais, éticos e ambientais, focos de interesse da Educação CTS.

Santos *et al.* (2016), levando em conta uma SD para estudantes do Ensino Fundamental, analisaram a contribuição dos conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais sobre uma QSC a respeito da poluição da água. Os resultados obtidos demonstraram o impacto dessa estratégia no discurso e nas interações sociais, que colaboraram para reflexões sobre a poluição, os valores, os interesses e a importância de normas que orientam o comportamento humano com relação à referida QSC.

O Quadro 4 apresenta a análise da SD intitulada “De volta ao passado: o renascer da Teoria da Terra Plana”, elaborada por P3.

Quadro 4: “De volta ao passado: o renascer da Teoria da Terra plana”

| Unidades de registro | Categorias | Descrição |
|-------------------------|--|--|
| Organização da SD | Abordagem da QSC | A Teoria da Terra plana configura-se como uma teoria já refutada há séculos. |
| | Relevância | A escolha da temática é justificada pelos questionamentos realizados pelos estudantes sobre o formato da Terra. |
| | Articulação entre temática e currículo | Estabelece uma relação com a situação de aprendizagem destinada ao 6º ano do Ensino Fundamental sobre a esfericidade da Terra. |
| | Viabilidade | Demonstra-se viável ao descrever que, durante sete aulas, são desenvolvidas estratégias de identificação de concepções dos estudantes, discussões sobre o formato da Terra e constituição de um júri (simulado). |
| | Referências | Não foram descritas as referências utilizadas para o desenvolvimento da SD. |
| Dimensões dos Conteúdos | Variedade de conteúdos | São abordados os conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais. |
| | Coerência nas dimensões | Ao estabelecer relação direta com a aprendizagem dos estudantes, os conteúdos descritos demonstram coerência com as dimensões. |
| Aspectos metodológicos | Descrição | As atividades propostas nas aulas são descritas de forma objetiva. |
| | Articulação | As atividades propostas demonstram articulação à medida que destacam momentos de identificação de concepções dos estudantes, investigação e avaliação. |
| Avaliação | Instrumentos | Na SD são descritas as atividades propostas e as observações do júri simulado. Entretanto, percebe-se a necessidade de serem detalhados os instrumentos de avaliação. |
| | Articulação com os conteúdos | As atividades/estratégias apresentam recursos para que possam ser avaliados os conteúdos |

| | | |
|--|--|------------|
| | | propostos. |
|--|--|------------|

Fonte: Dados da pesquisa.

A SD desenvolvida por P3 traz uma proposta que há séculos tem sido refutada: a Teoria da Terra Plana. Na abordagem acerca do assunto, consta-se em Faria (1987) afirmações sobre como o estudo da forma da Terra é apresentado pela sociedade científica desde a Grécia Antiga.

Em convergência, Rosa, Darroz e Tyburski (2018) acrescentam as percepções de filósofos gregos entre os séculos VI e IV a.C. relacionadas às observações sobre os eclipses e, também, a utilização de métodos menos contestáveis que contribuíram para a difusão do formato esférico da Terra, acrescentando, também, influências dos satélites artificiais e do aperfeiçoamento das tecnológicas com a finalidade de uma concepção mais complexa sobre o formato da Terra: a superfície geóide.

No campo científico, as controvérsias permeiam diversas questões. Entretanto, é necessário compreender que, quando se trata de propor discussões sobre essa temática, alguns aspectos devem ser considerados. Nessa direção, a Teoria da Terra Plana

Está associada com outras ideias em conflito com o conhecimento científico atual. Afirma-se por exemplo que: a gravidade inexistente, a Lua é auto iluminada, o Sol e os demais astros não se encontram a mais de alguns milhares de quilômetros de nós, o Sol e a Lua descrevem órbitas paralelas à superfície da Terra, as viagens espaciais são impossíveis. Nega-se a ida do homem à Lua e a existência de satélites artificiais. Afirma-se o geocentrismo antropocêntrico e o criacionismo fixista dos seis mil anos (SILVEIRA, 2017, p. 7-8).

O acesso a notícias falsas (*fake news*), com relação ao formato plano da Terra, tem ganhado espaço na internet, haja vista que,

Nos dias de hoje, tornou-se muito mais comum encontrar textos e imagens relacionadas a teoria da Terra Plana tendo em vista que a internet e as mídias sociais como *YouTube*, *Facebook* e *Twitter*, facilitam a difusão em larga escala de notícias sem aceite na comunidade científica e que acabam ganhando espaço, principalmente, entre os jovens (ROSA, DARROZ e TYBURSKI, 2018, p. 1023).

As notícias falsas sobre o formato plano da Terra, que circularam pela internet e redes sociais, devem ser exploradas como potencial para que possam ser discutidos aspectos como: a veracidade da fonte de informação; elementos históricos que (in)validam as concepções científicas atuais sobre o tema em discussão; e os

impactos da reprodução de notícias sem aceite pela comunidade científica.

A SD elaborada por P5 e intitulada “Substâncias químicas” foi analisada e apresentada no Quadro 5.

Quadro 5: Análise da SD “Substâncias químicas”

| Unidades de registro | Categorias | Descrição |
|-------------------------|--|---|
| Organização da SD | Abordagem da QSC | As substâncias químicas constituem-se em QSC potencialmente controversas. |
| | Relevância | Busca-se estabelecer relações entre as substâncias químicas e os impactos para os seres vivos. |
| | Articulação entre temática e currículo | Estabelece uma relação com a situação de aprendizagem do 9º ano do Ensino Fundamental. |
| | Viabilidade | Apresenta em quatro aulas, atividades de identificação de concepções dos estudantes, e discussões sobre o impacto das substâncias químicas, demonstrando viabilidade no desenvolvimento. Porém, identifica-se a necessidade de serem detalhadas essas atividades. |
| | Referências | São descritos o Currículo de Ciências da Natureza do Estado de São Paulo e um livro didático do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD). |
| Dimensões dos Conteúdos | Variedade de conteúdos | São abordados os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Mas foram descritos os objetivos das atividades e em alguns conteúdos foram apresentadas as expectativas em relação à aprendizagem dos estudantes. |
| | Coerência nas dimensões | Os conteúdos procedimentais e atitudinais são definidos por verbos que justificam a ação. Entretanto, nos conteúdos conceituais, verifica-se a necessidade de avaliar os verbos empregados. |
| Aspectos metodológicos | Descrição | As atividades propostas na SD são descritas de forma genérica, demandando mais detalhes. |
| | Articulação | Verifica-se a necessidade de melhorar a articulação das atividades, na medida em que foram propostos momentos de questionamentos, discussões, debates e discussões. |
| Avaliação | Instrumentos | São descritos como instrumentos de avaliação a sondagem dos conhecimentos prévios, participação nas discussões, rodas de conversa e debates. |
| | Articulação com os conteúdos | Os instrumentos de avaliação poderiam estar melhor articulados com os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, se estivessem sido descritos como foco nas expectativas de aprendizagem dos estudantes. |

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao propor uma SD sobre substâncias químicas, P5 traz a discussão de QSC

potencialmente controversa, tendo em vista os impactos e as relações da Química em nosso cotidiano. Nessa direção, Santos (2011) compartilha algumas situações cotidianas nas quais a Química se faz presente: a utilização diária de produtos químicos; a influência e os impactos no desenvolvimento dos países; problemas relacionados à qualidade de vida das pessoas e aos efeitos ambientais. Diante disso, é essencial salientar que a produção, utilização ou descarte de determinadas substâncias químicas podem resultar em sanções de acordo com a legislação de determinados países, como é o caso do Canabidiol (CBD), extraído da *Cannabis sativa L.*, ou dos Parabenos, utilizados como conservantes, em cosméticos.

Nessa direção, Moreira e Pedrancini (2017) identificaram e analisaram as concepções iniciais de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental acerca da liberação da fosfoetanolamina, substância química presente na “pílula do câncer”. Os resultados obtidos evidenciaram: posicionamentos favoráveis ao uso da pílula, mas algumas respostas demonstravam pouco conhecimento das implicações dessa substância para a saúde pública; manifestações contra a liberação da pílula, tendo como justificativa as irregularidades a respeito da droga ou por não possuírem conhecimento suficiente; relatos de desconhecimento dessa substância.

O Quadro 6 apresenta a análise da SD denominada “Os microrganismos e a saúde” e elaborada por P7.

Quadro 6: Análise da SD “Os microrganismos e a saúde”

| Unidades de registro | Categorias | Descrição |
|-------------------------|--|--|
| Organização da SD | Abordagem da QSC | Os microrganismos e a saúde constituem uma QSC. |
| | Relevância | A seleção da temática é justificada por uma experiência vivenciada com os estudantes e resultante da estrutura da unidade escolar. |
| | Articulação entre temática e currículo | Estabelece uma relação com a situação de aprendizagem do 7º ano do Ensino Fundamental. |
| | Viabilidade | Ao longo de sete aulas são propostas diversas atividades que se tornam viáveis pelo tempo estabelecido e os recursos necessários. |
| | Referências | É descrito o Caderno do Aluno do Currículo de Ciências da Natureza do Estado de São Paulo. |
| Dimensões dos conteúdos | Variedade de Conteúdos | Foram descritos os conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais. Entretanto, observa-se que são |

| | | |
|------------------------|------------------------------|---|
| | | apresentadas as expectativas dos professores em relação à aprendizagem dos estudantes. |
| | Coerência nas dimensões | Não são descritos os conteúdos conceituais a serem desenvolvidos. Entretanto, apesar dos conteúdos atitudinais e procedimentais se referirem às expectativas do professor, são descritas ações para desenvolvê-los. |
| Aspectos metodológicos | Descrição | As atividades da SD são descritas com clareza. |
| | Articulação | Observa-se uma articulação entre as atividades propostas ao serem contemplados momentos para a identificação das concepções dos estudantes, desenvolvimento de experimentos e interpretação de resultados. |
| Avaliação | Instrumentos | Foi descrita apenas uma atividade avaliativa: um questionário. |
| | Articulação com os conteúdos | Ao propor a lista de exercícios, observa-se que priorizaram os conteúdos conceituais. |

Fonte: Dados da pesquisa.

A SD proposta por P7 aborda uma QSC que busca estabelecer as relações entre os microrganismos e a saúde. Para tanto, é importante destacar que existem diversos aspectos a se considerar, como patologias desenvolvidas a partir do contato com microrganismos ou medidas profiláticas. Além disso, relaciona-se à definição de políticas públicas que garantam saneamento básico, vacinação e atendimento médico, com articulação a questões sociais, econômicas e políticas que impactam diretamente na saúde da população.

Nesse sentido, tem-se a pandemia da Covid-19, vivenciada há pouco tempo, com impactos que microrganismos (neste caso, os vírus) causaram. Os primeiros contágios aconteceram no segundo semestre de 2019, e no ano seguinte, diversos países foram impactados, milhares de vidas foram perdidas e medidas de distanciamento social precisaram ser tomadas para reduzir a proliferação do vírus.

Ressalta-se que as discussões acerca da Covid-19 alcançaram também outras áreas, além da saúde: economia (devido ao fechamento de comércios e ao direcionamento de investimentos governamentais); política (repercutindo nos posicionamentos de governantes a respeito da necessidade de protocolos sanitários, vacinação ou até mesmo posicionamentos negacionistas); e social (devido ao impacto da pandemia em determinadas classes sociais ou da necessidade de atendimento

aos cidadãos de baixa renda).

Nessa configuração, Martins *et al.* (2016) propuseram uma SD para a abordagem da doença de Chagas, promovendo diversas reflexões sobre essa QSC, como: as desigualdades socioeconômicas; distribuição espacial da doença; a história da Ciência e dos personagens associados à descoberta e à caracterização da doença; os conceitos de saúde e de doença, função e mal função; assim como questões éticas da prática médica; aspectos médico-hospitalares e farmacológicos; características ambientais e anatômico-fisiológicas das doenças; modelagem matemática para a compreensão da disseminação da doença nos indivíduos e o comportamento da população do vetor; educação popular e educação no campo (Educação).

O Quadro 7 apresenta a análise da SD elaborada por P8: “Os derramamentos do petróleo próximos às regiões do Brasil”.

Quadro 7: Análise da SD “Os derramamentos do petróleo próximos às regiões do Brasil”

| Unidades de registro | Categorias | Descrição |
|-------------------------|--|--|
| Organização da SD | Abordagem da QSC | A poluição causada pelo derramamento do petróleo constitui uma QSC. |
| | Relevância | A justificativa para a abordagem da temática possui uma relação com o contexto nacional. |
| | Articulação entre temática e currículo | Estabelece relação com a situação de Aprendizagem 4 do 7º ano do Ensino Fundamental. |
| | Viabilidade | Ao longo de quatro aulas são propostas atividades de leitura, apresentação de vídeo e discussões que podem ser desenvolvidas ao longo do tempo estipulado e demandam recursos disponíveis. |
| | Referências | São descritas as referências dos <i>sites</i> para a obtenção dos materiais digitais e o Caderno do Aluno no formato impresso. |
| Dimensões dos conteúdos | Variedade de conteúdos | São descritos os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. |
| | Coerência nas dimensões | Os verbos utilizados para os conteúdos demonstram coerência com a finalidade proposta. |
| Aspectos metodológicos | Descrição | As atividades propostas são descritas de maneira genérica, ou seja, demandam detalhamento. |
| | Articulação | Busca-se estabelecer uma articulação das atividades por meio de leituras, apresentação de vídeos e avaliação. |
| Avaliação | Instrumentos | Como instrumento de avaliação utiliza-se uma atividade presente no material didático proposto pela Secretaria de Educação do |

| | | |
|--|------------------------------|--|
| | | Estado de São Paulo. |
| | Articulação com os conteúdos | A avaliação priorizou a leitura e a análise dos gráficos (não descritos nos conteúdos da SD). Não são relatadas de que forma as demais atividades serão avaliadas. |

Fonte: Dados da pesquisa.

A SD proposta por P8 apresenta uma QSC: o derramamento do petróleo. Desde sua identificação, em agosto de 2019, até um levantamento realizado em novembro de 2019, um derramamento de petróleo ou óleo bruto atingiu a costa brasileira e alcançou a faixa litorânea de 4.334 km em 11 estados do Nordeste e Sudeste, contabilizando 120 municípios e 724 localidades (IBAMA, 2019). Os impactos causados por esse crime ambiental demonstram o quanto é relevante discutir os aspectos que envolvem as diferentes etapas dessa fonte de energia não renovável.

Ao realizarem uma revisão de literatura, Euzébio, Rangel e Marques (2019) identificaram estudos sobre efeitos deletérios ao ambiente e à saúde das populações em áreas de desastres associados a derramamentos de óleo, ressaltando os impactos ambientais, tais como: a contaminação do solo e sedimentos; contaminação da flora, fauna e da água; além de danos físicos e psicológicos nos seres humanos.

Num caminho semelhante, mas por outro prisma, Silva *et al.* (2019) analisaram as concepções de estudantes do Ensino Médio, apoiados na aplicação de uma SD, desenvolvida em oito aulas e com foco na aprendizagem cooperativa, que discutia mitos e verdades apresentados em forma de proposições sobre o petróleo. Os resultados obtidos evidenciaram as contribuições da SD por meio dos argumentos e das reflexões sobre a abordagem de conteúdos relacionados aos aspectos históricos, ambientais e sociais do petróleo.

5 Conclusões

A pesquisa apresenta contribuições acerca da importância da abordagem das QSC na formação continuada de professores de Ciências da Natureza, principalmente no que se refere à necessidade de serem construídas estratégias de ensino, como as Sequências Didáticas. Desse modo, além de serem discutidos os elementos considerados nas diferentes QSC observadas no contexto da sociedade atual, também serão compreendidos aspectos latentes e necessários para a aprendizagem dos estudantes, a partir das vivências e práticas dos docentes.

A análise das SD produzidas pelos professores forneceu elementos para a identificação não somente de QSC ou potenciais temas, mas também aspectos que podem ser considerados na elaboração de uma SD com foco na abordagem de QSC, como a organização da SD, as dimensões de conteúdos, os aspectos metodológicos e a avaliação.

A inserção de uma Intervenção Pedagógica, por meio de um curso de formação continuada de professores de Ciências da Natureza, com foco em QSC, em uma das maiores redes de ensino público brasileiro, destaca a contribuição da pesquisa. Entretanto, destacamos a necessidade de compreender, em estudos futuros, as colaborações de formações por meio do uso das tecnologias digitais para garantir uma maior participação dos professores e, conseqüentemente, a identificação de outros elementos que devem ser considerados no desenvolvimento e aplicação de SD.

Referências

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

DAMIANI, M. F, ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de educação**, n. 45, p. 57-67, 2013.

DÍAZ, J. A. A.; ALONSO, A. V.; MAS, M. A. M. Papel de la Educación CTS en una Alfabetización Científica y Tecnológica para todas las Personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 2, n. 2. 2003.

EUZÉBIO, C.; RANGEL, G.; MARQUES, R. Derramamento de petróleo e seus impactos no ambiente e na saúde humana. **Brazilian Journal of Environmental Sciences**, Rio de Janeiro, n. 52, p. 79-98, 2019.

FARIA, R. P. **Fundamentos de astronomia**. Campinas: Papirus, 1987.

GALLI, C. C.; ABE, D. S. Disponibilidade, Poluição e Eutrofização das Águas. In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUEWSTUHL, M. C. B. (Org.). **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010, p. 165-178.

GONÇALVES, A. V.; FERRAZ, M. R. R. Sequências Didáticas como instrumento potencial da formação docente reflexiva. **Delta**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 119-141, 2016.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de Sequências Didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. In: Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2012, Campinas, 2012.

HURD, P. D. Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. **Science Education**, v. 82, n. 3, p. 407-446. 1998.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Localidades oleadas no litoral brasileiro identificadas a partir de 30 de agosto de 2019.** Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/emergenciasambientais/2019/manchasdeoleo/2019-12-07-LOCALIDADES_AFETADAS.pdf. Acesso em: 10 nov. 2022.

LEDERMAN, N. G. Nature of Science: Pas, Present, and Future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Org.). **Handbook of research on science education.** New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2007.

LOPES, N. C.; CARVALHO, W. L. P. de. A constituição de associações livres para o trabalho com as questões sociocientíficas na formação de professores. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 01-20, 2018.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F.; CARVALHO, W. L. P. A autonomia dos professores de Ciências em serviço e a abordagem de Questões Sociocientíficas. In: CARVALHO, L. M. O.; CARVALHO, W. L. P. (Org.). **Formação de professores e Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências.** São Paulo: Escrituras, 2012, p. 297-232.

MARTINS, L.; DIONOR, G. A.; FERRAZ, L. V.; SOUZA, H. S. Doença de Chagas a partir de questões sociocientíficas na educação em Saúde. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Salvador: Edufba, 2018, p. 213-231.

MEMBIELA, P. Sobre La Deseable Relación entre Comprensión Pública de La Ciencia y Alfabetización Científica. **Tecné, Episteme y Didaxis**, Bogotá, n. 22, p. 107-111, 2007.

MOREIRA, C. S.; PEDRANCINI, V. D. Concepções iniciais dos alunos do oitavo ano do Ensino Fundamental sobre a fosfoetanolamina. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 31-42, 2017.

MORENO, G. Agrotóxicos: controvérsias sociocientíficas como possibilidade didática no Ensino de Ciências. **Cadernos de Educação, Tecnologia e Sociedade**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 373-381, 2019.

PÉREZ, D. C. C.; LOZANO, D. L. P. Diseño curricular a partir de cuestiones sociocientíficas. In: PÉREZ, L. F. M.; LOZANO, D. L. P.; BARRAGÁN, I. G. (Org.). **Formação de professores e Questões Sociocientíficas: experiências e desafios da interface universidade-escola.** Ijuí: Editora Unijuí, 2016, p. 107-139.

PEZARINI, A. R.; MACIEL, M. D. O Ensino de Ciências pautado nos vieses CTS e das questões sociocientíficas para a construção da argumentação: um olhar para as pesquisas no contexto brasileiro. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 9, n. 5, p. 169–188, 2018. DOI: 10.26843/rencima.v9i5.1821.

PIGNATI, W. A. *et al.* Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

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

ROSA, C. T. W. da; DARROZ, L. M.; TYBURSKI, L. A forma da Terra no ensino fundamental: a qual fonte de informação os alunos outorgam maior autoridade epistêmica? **Revista Thema**, Pelotas, v. 15, n. 3, p. 1019-1033, 2018.

SANTOS, J.; CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F. Questões sociocientíficas no ensino fundamental de ciências: uma experiência com poluição de águas. **Indagatio Didactica**, Aveiro, v. 8, n. 1, p. 1051-1067, 2016.

SANTOS, J.; CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. Poluição hídrica: uma questão sociocientífica para abordar ética ambiental no Ensino Fundamental de Ciências. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: Edufba, 2018, p. 191-212.

SANTOS, W. L. P. A Química e a formação para a cidadania. Año internacional de la Química (divulgación de la Química). **Educación Química**, v. 22, n. 4, p. 300-305, 2011.

SILVA, F. C. S.; ALVES, M. C.; BORDONI, A. J.; TAKAHASHI, D. A. G.; SILVEIRA, M. P.; KIOURANIS, N. M. M. Mitos e verdades: uma atividade avaliativa sobre uma Sequência Didática com o tema petróleo. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 2, 2019.

SILVA, J. M. **Ética Prática: Contributos para as políticas da água**. Lisboa: Sociedade de Ética Ambiental & Apenas Livros, 2009.

SILVA, G. M.; SILVA, R. F. L. A produção de Sequências Didáticas como elemento articulador da formação inicial e continuada no curso de Ciências Biológicas. In: Anais do Congresso Nacional de Formação de Professores (CNFP), 2016, Águas de Lindóia. Águas de Lindóia: Unesp, 2016.

SILVEIRA, F. L. Sobre a forma da Terra. **Física na Escola**, São Paulo, v. 15, p. 2, 2017.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.