

ANÁLISE DE UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA SOBRE RESÍDUOS PLÁSTICOS NA PERSPECTIVA CTS VISANDO O DESENVOLVIMENTO DA RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

JOSÉ ELIVELTON GOMES DE OLIVEIRA

Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: elivelton.profquimica@outlook.com

RUTH DO NASCIMENTO FIRME

Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: ruthquimica.ufrpe@gmail.com

Resumo: Neste artigo analisamos uma intervenção pedagógica sobre resíduos plásticos na perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) com o objetivo de compreendermos como ocorre o processo de desenvolvimento da responsabilidade socioambiental por estudantes da educação básica. A pesquisa foi qualitativa e caracterizada como participante, realizada em uma turma da 3ª série do ensino médio, contando com a participação de 17 estudantes. Os instrumentos de coleta de dados foram duas sequências didáticas interativas (SDI), gravação em áudio, e observação participante. O percurso metodológico contemplou o planejamento, desenvolvimento e análise hermenêutica-dialética de uma intervenção pedagógica sobre resíduos plásticos na perspectiva CTS estruturada por cinco aulas de acordo com as fases da espiral de responsabilidade de Waks: Aula 1 – autocompreensão (contemplou a SDI I); Aula 2 e 3 - o estudo e reflexão; Aula 3 – tomada de decisão; Aula 4 – planejamento de ações socioambientalmente responsáveis; Aula 5 – integração (contemplou a SDI II). Os resultados evidenciaram que as aulas constitutivas atenderam aos pressupostos da espiral de responsabilidade e que o processo de desenvolvimento da responsabilidade socioambiental ocorreu na medida em que os estudantes: entenderam a problemática dos resíduos plásticos e a relação destes com a poluição ambiental; compreenderam aspectos científicos, tecnológicos e sociais envolvidos, ampliando o entendimento da problemática dos resíduos plásticos; fizeram suas escolhas individuais e tomaram decisões pessoais; comprometeram-se em participar ativamente das questões relacionadas à problemática dos resíduos plásticos e seus impactos socioambientais por meio do planejamento de ações responsáveis; e integraram à compreensão mais ampla da problemática dos resíduos plásticos, aspectos éticos e valores.

Palavras-chave: Ensino de ciências, Espiral de responsabilidade, Resíduos plásticos.

ANALYSIS OF A PEDAGOGICAL INTERVENTION ON PLASTIC WASTE FROM THE STS PERSPECTIVE AIMING THE DEVELOPMENT OF SOCIO-ENVIRONMENTAL RESPONSIBILITY

Abstract: In this article, we analyze a pedagogical intervention on plastic waste from the Science-Technology-Society (STS) perspective with the aim of understanding how the process of developing socio-environmental responsibility by students of basic education takes place. The research was qualitative and characterized as a participant, carried out in a 3rd grade high school class, with the



ARTIGO ORIGINAL

participation of 17 students. The data collection instruments were two interactive didactic sequences (SDI), audio recording, and participant observation. The methodological path included the planning, development and hermeneutic-dialectic analysis of a pedagogical intervention on plastic waste in the STS perspective, structured by five classes according to the phases of Waks' spiral of responsibility: Class 1 – self-understanding (included in SDI I); Lesson 2 and 3 – study and reflection; Lesson 3 – decision making; Class 4 – planning socially and environmentally responsible actions; Class 5 – Integration (included SDI II). The results showed that the constitutive classes met the assumptions of the spiral of responsibility and that the process of developing socio-environmental responsibility occurred as students: understood the problem of plastic waste and its relationship with environmental pollution; understood scientific, technological and social aspects involved, expanding the understanding of the problem of plastic waste; made their individual choices and made personal decisions; pledged to actively participate in issues related to the problem of plastic waste and its social and environmental impacts through the planning of responsible actions; and integrated ethical aspects and values into the broader understanding of the problem of plastic waste.

Keywords: Science education, Spiral of responsibility, Plastic waste.



INTRODUÇÃO

Neste trabalho analisamos uma intervenção pedagógica sobre resíduos plásticos na perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) com o objetivo de compreendermos como ocorre o processo de desenvolvimento da responsabilidade socioambiental por estudantes da educação básica.

A perspectiva CTS é decorrente dos pressupostos de um movimento social, o denominado movimento CTS, que surgiu nos anos 60 e 70 do século XX na América do Norte como resposta à crise aflorada acerca da relação que a sociedade mantinha com a ciência e a tecnologia (MEMBIELA, 2002).

No âmbito educacional, a perspectiva CTS tem como um dos seus objetivos preparar os estudantes para enfrentarem o mundo sociotecnológico em constante mudança (VIEIRA; TENREIRO-VIEIRA; MARTINS, 2011) e exercerem ações cidadãs voltadas às questões sociais relacionadas à ciência e à tecnologia (MEMBIELA, 2002).

Segundo Santos (2011), no contexto brasileiro, os primeiros trabalhos no ensino de Ciências sobre CTS surgiram na década de 1990, e desde então, a quantidade de publicações tem aumentado. Neste contexto, diversos trabalhos sobre a perspectiva CTS vêm sendo desenvolvidos como, por exemplo, o de Silva e Marcondes (2015) sobre materiais e recursos didáticos na perspectiva CTS, o de Rosa e Auler (2016) sobre modelos tecnocráticos em práticas educativas CTS, e o de Bouzon *et al.* (2018), relativo à revisão bibliográfica de publicações em periódicos sobre o ensino de Química na perspectiva CTS no Brasil.

Uma das modalidades para a inserção da perspectiva CTS no âmbito escolar é o enxerto CTS, feito a partir da introdução e adequação de

temas CTS nos componentes curriculares, como é o caso da Química, os quais podem ser selecionados considerando como critérios: ser aplicável na vida dos estudantes; ser atual; e ser ajustável em outros contextos (MEMBIELA, 2002).

Nesse sentido, optamos neste trabalho pelo enxerto CTS a partir da temática dos resíduos plásticos. Embora os plásticos tenham relevância para a sociedade contemporânea, por serem leves, resistentes, práticos, versáteis, duráveis e relativamente baratos, o grande consumo e o descarte inadequado desses materiais têm se constituído em uma problemática social e ambiental, devido a sua não degradabilidade (CANGEMI; SANTOS; CLARO NETO, 2005).

E como consequência do descarte inadequado, tem-se um acúmulo de resíduos plásticos no meio ambiente, que segundo Santos, Mól (2013), causa uma desagradável sensação visual e pode obstruir “as redes naturais de água (como rios e córregos), de esgoto e de águas pluviais” (p. 138), provocando enchentes e outros inconvenientes para o ser humano. Ainda segundo esses autores, em muitos casos, a sociedade ainda não se utiliza de mecanismos apropriados para a destinação adequada de seus resíduos, “quer por falta de hábitos dos consumidores, quer por falta de um sistema público de coleta” (SANTOS; MÓL, 2013, p. 138).

Embora a temática abordada nesta pesquisa esteja voltada para os resíduos plásticos e seus impactos sociais e ambientais, adotamos o acrônimo CTS e não CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), ao considerarmos que “questões ambientais são inerentes à análise das complexas inter-relações CTS [...]” (SANTOS, 2011, p. 31) pelo fato do Movimento CTS ter surgido como crítica ao modelo desenvolvimentista que promovia

problemas ambientais e exclusão social (SANTOS, 2011).

A perspectiva CTS pode ser conduzida por meio de um modelo, a espiral de responsabilidade de Waks (1992). A partir desse modelo, busca-se uma educação que promova a responsabilidade social, na qual, os estudantes quando confrontados com diferentes desafios e demandas reais, passam a compreender que estão inseridos em uma sociedade cada vez mais caracterizada pelas aplicações e implicações positivas ou negativas da ciência e tecnologia (WAKS, 1992).

A espiral de responsabilidade de Waks (1992) é constituída por cinco fases: autocompreensão (compreensão sobre si próprio, considerando suas necessidades, convicções e responsabilidades); estudo e reflexão (estudo de conhecimentos da ciência e da tecnologia e tomada de consciência de seus impactos sociais); tomada de decisão (posicionamento crítico ao confrontar as informações e alternativas como melhores ou não); ação social responsável (planejamento e execução de ações em nível individual e coletivo); e integração (compreensão mais ampla das relações CTS, dos valores pessoais e sociais) (WAKS, 1992; MEMBIELA, 2002).

Vale ressaltar que este modelo é denominado na literatura como espiral de responsabilidade ou como ciclo de responsabilidade. Contudo, neste trabalho, adotamos o termo espiral considerando a construção progressiva da responsabilidade pelos estudantes ao longo do desenvolvimento de suas respectivas fases (WAKS, 1992).

Considerando as possibilidades do modelo de Waks no planejamento e na condução desta perspectiva de ensino, e percebendo a necessidade de conhecermos o que dizem as pesquisas nacionais, dos últimos dez anos, sobre a perspectiva CTS articulada à espiral de responsabilidade, realizamos uma revisão na literatura da área, a partir das seguintes

expressões-chave: “espiral de responsabilidade”, “ciclo de responsabilidade”, “responsibility spiral”, “responsibility cycle”, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior (CAPES), e no Google Acadêmico.

Baseados nos trabalhos encontrados e considerando o critério de seleção estabelecido, realizamos uma revisão interpretativa da literatura de quatro trabalhos, sendo dois artigos (GONDIM; PINHEIRO, 2013; OLIVEIRA; PIMENTA, 2018) e três dissertações (MESSORES, 2009; CAMBI, 2015; OLIVEIRA, 2019a).

A partir dessa revisão interpretativa da literatura identificamos que esses trabalhos tomaram por base o referencial teórico-metodológico de Waks (1992) para estruturar o percurso metodológico da pesquisa ou para analisar materiais bibliográficos.

Oliveira (2019a), por exemplo, desenvolveu, implementou e avaliou uma Ação Didático-Formativa (ADF) para o ensino CTS, estruturada a partir da espiral de responsabilidade de Waks, no contexto da formação inicial de professores de ciências. Segundo esta autora, o modelo de Waks foi adequado ao planejamento da ADF e alguns avanços foram identificados nos professores, como, por exemplo, a compreensão da “relação entre a educação científica e a participação social, [...] e o desenvolvimento de uma consciência crítica [...]” (OLIVEIRA, 2009a, p. 139).

Entretanto, nenhum dos trabalhos mencionados foi conduzido no sentido de promover o desenvolvimento da responsabilidade social por estudantes da educação básica.

Considerando a temática dos resíduos plásticos e suas implicações sociais e ambientais,

adotamos neste trabalho, a partir das discussões de diferentes autores, o termo responsabilidade socioambiental. Concebendo-a como o entendimento crítico do como as aplicações da ciência e da tecnologia afetam a vida das pessoas e do ambiente; do como as escolhas individuais, considerando valores éticos e normas, contribuem para a decisão pelo correto para si e para o coletivo; e do como o comprometimento individual e coletivo reflete nas questões socioambientais (WAKS, 1992; GUIMARÃES, 2007; CADORE DEMMER; CESÁRIO PEREIRA, 2011; CARVALHO, 2017).

Nesse sentido, desenvolvemos esta pesquisa conduzida a partir do seguinte questionamento: como ocorre o processo de desenvolvimento da responsabilidade socioambiental por estudantes no contexto de uma intervenção pedagógica na perspectiva CTS sobre resíduos plásticos?

Portanto, buscando respostas para a questão de pesquisa em tela, analisamos uma intervenção pedagógica sobre resíduos plásticos na perspectiva CTS com o objetivo de compreendermos como ocorre o processo de desenvolvimento da responsabilidade socioambiental por estudantes da educação básica.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

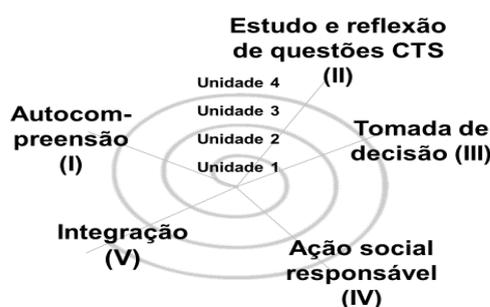
De acordo com Waks (1992) a espiral de responsabilidade é uma estrutura curricular para organizar a perspectiva CTS e para promover a responsabilidade através das fases da espiral.

Segundo este autor, as fases da espiral estão integradas, conforme a ilustração apresentada na figura 1, e a formação da responsabilidade segue uma orientação que vai:

desde a autocompreensão por meio do estudo e da reflexão através da tomada de decisão, da ação e da volta para si mesmo para uma integração (WAKS, 1996, p. 30,

tradução nossa).

Figura 1 – Fases da espiral de responsabilidade



Fonte: Waks (1992, p. 14, tradução nossa)

Esse formato em espiral é simbólico, e pode ser compreendido como um traço dialético fundamental garantindo que “as mesmas fases assumam diferentes amplitudes, a depender das condições em que estão sendo reproduzidas” (OLIVEIRA, 2019b, p. 101-102). As sequências dessas fases estão organizadas em unidades (1, 2, 3, 4, etc.) apresentando uma sucessão tridimensional (OLIVEIRA, 2019b).

Na fase da autocompreensão, um dos objetivos é o de desenvolver a compreensão dos estudantes sobre eles mesmos, considerando também, que são membros interdependentes da sociedade, e dentro da sociedade são agentes responsáveis pelo ecossistema (WAKS, 1992).

O ponto de partida é fazer com que os estudantes entendam a si próprio como um cidadão, responsável por sua própria vida, compreendendo que a maneira como eles vivem em sociedade afeta o ecossistema que sustenta as necessidades básicas da vida (WAKS, 1992).

Na fase do estudo e reflexão (WAKS, 1992), é esperado que os estudantes compreendam conteúdos científicos e tecnológicos, tomem consciência de impactos sociais relativos à ciência e à tecnologia, percebendo essas inter-relações no seu cotidiano, nos problemas ao seu redor, no



ARTIGO ORIGINAL

convívio com as pessoas, coisas e ideias.

Refletindo sobre esses pontos, os estudantes passam a compreender o desenvolvimento científico e tecnológico e seus impactos sociais, direcionando-os para a tomada de decisão e ação social (WAKS, 1992). Nessa fase, os professores têm o papel de articulador ao conectar um conjunto de conteúdos curriculares com a temática abordada, para elucidar o problema ou o tema CTS (WAKS, 1992).

Para Waks (1992), na fase da tomada de decisão é esperado que os estudantes confrontem as informações e alternativas, para em seguida, a partir delas, tomar uma decisão, tomar uma posição, julgando os caminhos como melhores ou não. E nesse sentido, podem ser utilizadas estratégias didáticas, tais como: dilemas éticos, debates em sala, avaliação da tecnologia e simulação de um júri.

A fase da ação social responsável tem como foco os valores e convicções dos estudantes preparando-os para que possam ser encorajados a se envolverem com as questões sociais por meio do desenvolvimento de ações que representem o florescimento da educação responsável, a partir dos valores adquiridos em cenários sociais, em grupos políticos e organizações comunitárias (WAKS, 1992).

Por fim, a fase da integração representa o momento no qual os estudantes devem aventurar-se além dos temas específicos, para que possam ampliar suas compreensões acerca das relações CTS, dos valores pessoais, sociais e éticos, envolvidos na construção da responsabilidade (WAKS, 1992).

METODOLOGIA

Nesta pesquisa seguimos os pressupostos da abordagem qualitativa, que se caracteriza como um processo de explicar-se em profundidade o

significado e as características do resultado das informações obtidas (OLIVEIRA, 2011b), bem como os pressupostos da pesquisa participante, na qual o pesquisador objetiva analisar o fenômeno, compartilhando a vivência com os sujeitos pesquisados e participando, de forma sistêmica e permanente, das atividades desenvolvidas (SEVERINO, 2007).

A pesquisa em tela foi desenvolvida em uma escola pública da rede estadual de Pernambuco, com uma turma do terceiro ano do ensino médio com a participação de dezessete estudantes, identificados com a seguinte codificação: Estudante (sigla E) + numeração em algarismo arábico com dois dígitos (E01, E02, ... E17).

Planejamos uma intervenção pedagógica constituída de cinco aulas sobre os resíduos plásticos na perspectiva CTS, a partir das fases da espiral de responsabilidade de Waks. A intervenção pedagógica foi desenvolvida entre os meses de novembro e dezembro de 2020, e cada aula teve uma duração de 30 minutos, com exceção da aula 2 que foi de 60 minutos.

A aula 1 teve o propósito de atender a 1ª fase da espiral de responsabilidade, a autocompreensão. Nesse sentido, inicialmente, foi planejada uma primeira sequência didática interativa (SDI I) a partir das seguintes questões: De que maneira os polímeros sintéticos, como, os plásticos, estão presentes no seu cotidiano? Você vê alguma relação entre estes e a poluição ambiental? Por quê? Em seguida, foi proposta a exibição do vídeo 1 com uma reportagem da “Série JR: veja como o plástico do lixo ameaça a vida dos animais marinhos”.

A aula 2 foi planejada para atender a 2ª fase da espiral de responsabilidade, o estudo e reflexão, por meio de uma aula expositiva dialogada sobre os aspectos sociais, científicos e tecnológicos emergentes nas relações existentes entre os polímeros sintéticos, os resíduos

plásticos, os impactos socioambientais e a política nacional do meio ambiente e de resíduos sólidos. Nesta aula, foram propostos a apresentação dos aspectos descritos anteriormente em PowerPoint e a exibição do vídeo 2 e 3 para fomentar o diálogo entre os estudantes, a partir das seguintes questões: “Quais são os tipos de plásticos?” (vídeo 2) e “Como fazer plástico de batata” (vídeo 3). Após esses momentos, foi planejada uma atividade extraclasse com a leitura do artigo de Cangemi, Santos, Claro Neto (2005) intitulado por: “Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos”.

A aula 3 foi planejada para atender a 3ª fase da espiral de responsabilidade, a tomada de decisão acerca de possíveis alternativas para a poluição ambiental provocada pelos resíduos plásticos. Nesse sentido, foram propostas as seguintes questões: Dentre as possíveis soluções para a problemática dos resíduos plásticos, quais seriam as mais favoráveis para o meio ambiente: a redução do consumo de descartáveis, a reciclagem e/ou a biodegradação, etc.? Quais são as vantagens e as desvantagens?

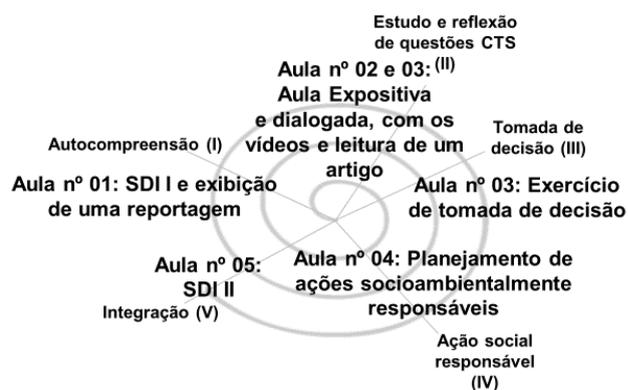
A aula 4 foi planejada para atender a 4ª fase da espiral, o desenvolvimento de ações relativas à temática, a partir do seguinte questionamento e orientação: no caso do uso de plásticos, o que você poderia fazer, a nível individual e coletivo, para minimizar a poluição ambiental? Proponha uma ação responsável que poderia ser feita na escola e/ou em casa.

Por fim, a aula 5 foi proposta para atender a 5ª fase da espiral, a integração. Para esta fase foi planejada uma segunda sequência didática interativa (SDI II) a partir das seguintes questões: quais os valores pessoais, sociais, políticos, éticos e estéticos poderiam ser considerados nas ações propostas no sentido de minimizar os impactos socioambientais provocados pelos resíduos

plásticos? De que maneiras nossas atitudes influenciam no meio ambiente ou podem minimizar tais impactos?

Em síntese, ilustramos as aulas constitutivas desta intervenção pedagógica na figura 2.

Figura 2 – Intervenção pedagógica no modelo da espiral de responsabilidade



Fonte: adaptado de Waks (1992).

Antes do desenvolvimento desta pesquisa, submetemos o seu planejamento ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal Rural de Pernambuco, via Plataforma Brasil, cujo parecer substanciado foi o de aprovado - CAAE 34506720.5.0000.9547.

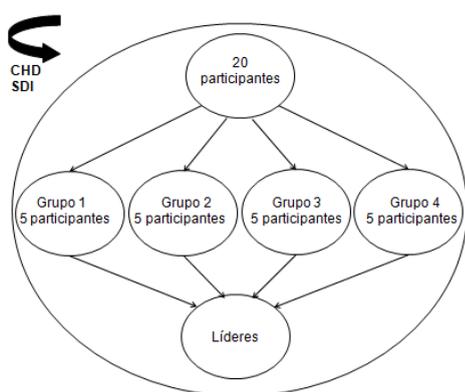
Os instrumentos para a coleta de dados foram as sequências didáticas interativas SDI I e SDI II, a gravação em áudio, e a observação participante.

Vale ressaltar que as duas SDI constituíram-se nesta pesquisa como uma ferramenta didático-metodológica para a construção de novos conceitos/definições e/ou sistematização dos saberes existentes na construção da realidade em estudo (OLIVEIRA, 2011a) e como uma técnica de pesquisa (SILVEIRA *et al.*, 2017).

Oliveira (2013) afirma que ao planejarmos uma SDI, podemos trabalhar com a construção de conceitos/definições, a partir de um tema ou

palavra, mas também de questionamentos. Neste caso, para essa autora, é recomendável que sejam elaboradas cerca de duas a três questões, e a dinâmica da SDI segue o procedimento conforme ilustramos na figura 3.

Figura 3 – Esquema da SDI



Fonte: Oliveira *et al.* (2017, p. 257).

É nesse sentido que destacamos a SDI como uma ferramenta didática na qual o processo de construção e reconstrução do conhecimento e saberes é ascendido pelo trabalho coletivo (colaborativo), estabelecido por meio das relações de vínculos entre as pessoas (SANTOS; OLIVEIRA, 2017).

Oliveira (2011a) descreve a dinâmica da SDI a partir de três momentos. No primeiro momento cada estudante recebe uma ficha e escreve o que entende (definição/conceito) sobre determinado conceito ou temática solicitado pelo professor. Em seguida, são formados pequenos grupos de até cinco estudantes para que estes construam uma síntese dos conceitos dados por cada participante.

No segundo momento, é solicitado que cada grupo escolha um representante para formar um novo grupo, que terá como objetivo sistematizar o conceito/definição a partir das sínteses da sua equipe de origem (OLIVEIRA, 2011a).

Por fim, no terceiro momento ocorre a construção de uma resposta-síntese (uma definição) por todos os participantes baseada nas sistematizações do primeiro e segundo momento. A partir dessa série de atividades, cabe ao professor discutir a dinâmica realizada para a construção de conceitos/definições e fazer o encerramento “por meio da veiculação e sistematização do conteúdo teórico, de forma dialógica, acerca do tema em estudo” (OLIVEIRA, 2011a, p. 239).

As gravações em áudio durante a realização da intervenção pedagógica, favoreceram o levantamento de dados primários (aqueles que são extraídos da realidade, feito pelo trabalho do próprio pesquisador), a partir da descrição verbal dos informantes da pesquisa (PRODANOV; FREITAS, 2013), nesse caso, os estudantes.

Em complemento aos dois instrumentos de pesquisa discutidos anteriormente, realizamos uma observação participante, que segundo Haguette (2010), é um instrumento que contribui tanto para a captação de dados, como para a modificação do meio pesquisado, na qual a presença do observador é mantida para fins de investigação científica face a face com os observados.

Após a coleta de dados, transcrevemos as respostas dos estudantes relativas às SDI I e SDI II, à tomada de decisão, à questão para a ação responsável. Em seguida, realizamos as análises guiadas pela Análise Hermenêutica-Dialética (AHD).

Segundo Oliveira (2011b), na AHD, os dados coletados são trabalhados pela sua triangulação com o referencial teórico em estudo, com leituras de documentos, registros, observações e depoimentos, ocorrendo em dois níveis. No primeiro nível situa-se o objeto de estudo no tempo e no espaço, ou seja, o seu contexto histórico-social, e define-se o marco teórico da



ARTIGO ORIGINAL

pesquisa, e no segundo nível, analisa-se as representações, concepções e pontos de vista dos atores sociais a partir do “confronto dos dados obtidos na realidade pesquisada” (OLIVEIRA, 2011b, p. 8).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a discussão dos resultados da pesquisa, inicialmente, analisamos cada uma das aulas constitutivas da intervenção pedagógica desenvolvida; e em seguida, a partir das sínteses da análises das aulas, buscamos compreender como ocorreu o processo de desenvolvimento da responsabilidade socioambiental pelos estudantes.

Na aula 1, cujo objetivo foi o de propiciar a autocompreensão dos estudantes de si, do como os plásticos estão inseridos no contexto, e da relação desses materiais com a poluição ambiental, os estudantes, inicialmente, participaram da SDI I. Nessa aula, contamos com a participação de 14 estudantes: E01, E02, E03, E04, E05, E06, E07, E08, E09, E10, E11, E13, E14, E15.

As respostas individuais dos estudantes à primeira questão da SDI I (de que maneira os polímeros sintéticos, como, os plásticos, estão presentes no seu cotidiano?) expressam concepções deles sobre a presença dos plásticos em seu cotidiano, como, por exemplo: “Os plásticos estão presentes em diversos objetos do cotidiano” (E05); “Eles estão presentes em várias coisas do nosso cotidiano, sacolas plásticas no mercado, um copo descartável, etc.” (E15).

Quanto às respostas individuais dos estudantes para a segunda e terceira questões da SDI I (Você vê alguma relação entre estes e a poluição ambiental? Por quê?) expressaram suas concepções da relação entre os plásticos e a poluição ambiental. Eis algumas delas: “Objetos feitos de plástico demoram a se decompor [...], sendo assim, eles vão se acumulando e poluindo o

meio ambiente cada vez mais” (E07); “As produções desses materiais nas fábricas [...]” (E04), “Porque sabemos que as pessoas não jogam os lixos no seu devido lugar” (E06), “Os plásticos tipo o canudo pode trazer sérios riscos ambientais as tartarugas no mar são encontradas com canudos em seu nariz” (E11); e “Porque os plásticos estão em garrafa pet, sacola de pão que eu compro e isso causa poluição” (E08).

Em síntese, na visão dos estudantes, os plásticos estão presentes de forma generalizada e em objetos de uso diário. Quanto aos impactos provocados pelos resíduos plásticos, para os estudantes, estes materiais estão relacionados à poluição do ambiente devido ao descarte incorreto, ao tempo de degradação desses materiais, ao alto uso/consumo, à produção em larga escala, tendo como uma das consequências dessa poluição, o prejuízo para a vida de animais marinhos.

Na continuidade das etapas da SDI, a partir das respostas construídas coletivamente (2º momento da SDI) e da resposta-síntese (3º momento da SDI), os estudantes inseriram outros aspectos que não foram apresentados nas respostas individuais, os quais podem ser ilustrados nos seguintes trechos: “Estão presentes de forma mais abrangente como objetos descartáveis. [...]” (Grupo I); “[...] Porque a maioria das pessoas descarta de forma inadequada, prejudicando a vida marinha” (Grupo II); “[...] os plásticos podem entupir bueiros, ir ao mar e fazer mal para os animais causando principalmente a morte.” (Grupo III); e “[...] a quantidade de plástico que temos nas ruas é muito grande tendo grande parte da relação da poluição ambiental” (Grupo IV).

Após a realização da SDI I, os estudantes assistiram e discutiram sobre o conteúdo da reportagem “Série JR: veja como o plástico do lixo ameaça a vida dos animais marinhos”. Nesse

momento da discussão identificamos a preocupação de um dos estudantes com os animais marinhos, conforme podemos ilustrar com o seguinte trecho transcrito:

Professor/Pesquisador: “Estão compreendendo agora que o plástico não está só relacionado ao nosso dia a dia [...]. Ele também tem um impacto negativo, e esse impacto negativo prejudica quem?”

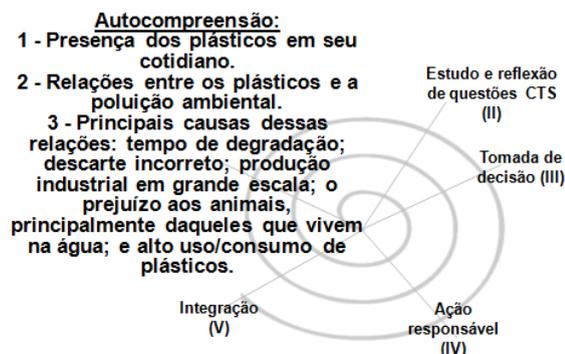
E07: “Os oceanos...”

Professor/pesquisador: “Os oceanos, porque prejudica os oceanos?” [silêncio].

E07: “Os oceanos, porque os animais acabam ingerindo os plásticos”.

Apesar de não identificarmos evidências de que os estudantes refletiram sobre eles mesmos como membros da sociedade e responsáveis pelas causas e consequências decorrentes dos resíduos plásticos, como é esperado para a fase de autocompreensão (WAKS, 1992), podemos dizer que, a aula 1 contribuiu para eles compreenderem e se posicionarem sobre a presença dos plásticos no cotidiano, sobre as relações entre os plásticos e a poluição ambiental, e sobre algumas das causas dessas relações, como por exemplo, a produção industrial desses materiais em grande escala e seu descarte incorreto. Ilustramos na figura 4 a síntese dos aspectos para os quais os estudantes discutiram e se posicionaram na fase da autocompreensão.

Figura 4 – Síntese dos aspectos discutidos na fase de autocompreensão



Fonte: adaptado de Waks (1992).

Na aula 2, cujo objetivo foi promover o estudo e reflexão sobre polímeros, processo de polimerização, os tipos de plásticos e a classificação dos seus resíduos, inicialmente, foi realizada uma aula expositiva sobre polímeros sintéticos. Em seguida, os estudantes assistiram dois vídeos: o vídeo 2 e o vídeo 3.

Na exibição e discussão do vídeo 2 intitulado “Quais são os tipos de plásticos?”, foram abordadas as classificações dos plásticos de acordo com os polímeros que os compõem, contemplando os aspectos químicos envolvidos. No momento da discussão sobre este vídeo, E17 interrogou o professor/pesquisador, conforme trecho transcrito da discussão neste momento:

E17: “O pneu também é plástico?”

Professor/pesquisador: “Nesse caso, o pneu é composto mais por borracha, mas não deixa de ser um polímero sintético. São composições de polímeros diferentes, entendeu?”

E17: “Entendi”.

A pergunta da estudante E17 parece indicar certa confusão entre os conceitos de plástico e de polímero, e foi explicado a ela que todo plástico é um polímero, mas nem todo polímero é um plástico.

Na exibição e discussão do vídeo 3 intitulado “como fazer plástico de batata”, foram abordados conceitos químicos envolvidos no experimento e os plásticos biodegradáveis. Após a exibição deste vídeo, E14 questionou o professor/pesquisador, conforme ilustramos na transcrição do seguinte trecho:

E14: “Poderia também fazer com maisena, se é amido.”

Professor/pesquisador: “Com maisena?”

E14: “Se é amido”.

Professor/pesquisador: “Isso. Amido. Você pode pegar o amido e fazer aquela pastinha ali, porém no amido da maisena tem muitas outras substâncias químicas que pode

interferir no seu resultado final [...]"

Dando continuidade as análise da aula 2, os estudantes realizaram uma atividade extraclasse com a leitura do artigo de Cangemi, Santos, Claro Neto (2005) intitulado "Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos". Esse artigo aborda aspectos tecnológicos do processo de reciclagem, do bioplástico, e impactos socioambientais.

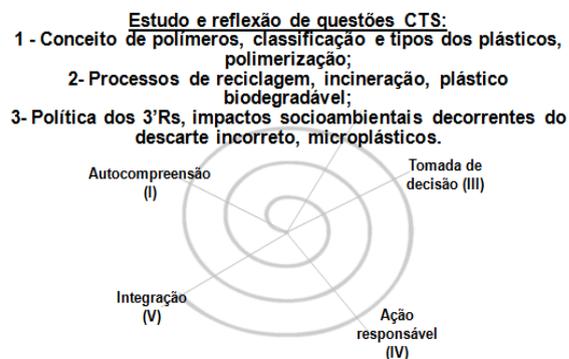
Portanto, na aula 2 foram abordados e discutidos com os estudantes aspectos científicos, tecnológicos e socioambientais relativos aos plásticos, seus resíduos e os impactos ambientais destes.

Nesse sentido, conforme é esperado para a fase do estudo e reflexão (WAKS, 1992), podemos dizer que a aula 2 contribuiu para promover discussões sobre: aspectos científicos relativos aos plásticos, ao processo de polimerização para obtê-los, às subdivisões quanto à resistência mecânica e à classificação/código/sigla de acordo com os tipos de polímeros, relacionando-os com objetos do cotidiano dos estudantes; aspectos tecnológicos relativos aos processos de reciclagem, de incineração, e de produção do bioplástico; e aspectos socioambientais, voltados à política dos 3R's, aos microplásticos, e aos impactos sociais, ambientais e econômicos decorrentes do descarte e destinação incorreta dos resíduos plásticos.

Ilustramos na figura 5 a síntese dos aspectos discutidos na fase de estudo de reflexão.

ARTIGO ORIGINAL

Figura 5 – Síntese dos aspectos envolvidos na fase de estudo e reflexão



Fonte: adaptado de Waks (1992).

Na aula 3, cujo objetivo foi o de promover a tomada de decisão, os estudantes foram solicitados a escolherem uma solução para a problemática dos resíduos plásticos. Vale ressaltar que os argumentos necessários para a tomada de decisão, segundo Waks (1992), vão se constituindo desde as fases da autocompreensão e do estudo e reflexão. Portanto, era esperado que na escolha de soluções para a problemática dos resíduos plásticos, os estudantes levassem em consideração, por exemplo, aspectos socioambientais, científicos e tecnológicos discutidos nas aulas anteriores.

Nessa atividade de tomada de decisão contamos com a participação de apenas seis estudantes (E03, E05, E07, E14, E16, E17). Os demais participantes da pesquisa não entregaram essa atividade ou faltaram no dia das explicações e entrega.

Identificamos nas respostas dos estudantes seis soluções: redução do consumo de descartáveis (E17, E16); uso individual de saco para o lixo (E17); reciclagem/reutilização (E16, E14, E07); coleta seletiva (E05, E03); plástico biodegradável (E14, E07); e incineração (E16, E05, E03, E07, E17). Por exemplo, diminuição de descartáveis nas praias (E17), redução do descarte por meio da redução do consumo (E16) e reciclagem/reutilização foi a opção indicada pelos

estudantes E07, E14 e E16. Alguns estudantes propuseram mais de uma alternativa, como é o caso de E17, por exemplo.

Os estudantes na proposição das soluções indicaram suas vantagens e desvantagens. Quanto às vantagens da reciclagem, por exemplo, temos: a “diminuição no ritmo de produção, reaproveitamento de materiais” (E07); a “reutilização dos plásticos” (E14); e a reutilização dos “[...] plásticos que consumimos, consequentemente reduzir o descarte inapropriado do plástico” (E16).

Em relação às desvantagens da reciclagem, E07 mencionou a “dificuldade de separação por tipos”. Esse é um aspecto pertinente, considerando que devido a existência de diferentes polímeros nos plásticos, torna-se necessária sua identificação, e os plásticos ao serem reciclados são classificados e marcados com os códigos específicos.

Outra solução foi o plástico biodegradável, proposta por E07 e E14. Quanto às vantagens, os estudantes consideraram que “os fungos e bactérias se responsabilizariam por decompor estes materiais” (E07) e que esses materiais “são feitos por organismos naturais e podem se decompor rápido” (E14). Como desvantagem E07 destacou que “o processo de produção é mais caro”. Para E14 essa alternativa não tem desvantagens.

A incineração foi outra solução indicada nas respostas de E03, E05, E07, E16 e E17. As vantagens apresentadas por eles são relativas ao “[...] fim em todo plástico que descartamos” (E16), à “Conversão de resíduos plásticos em energia” (E05), ao fato de que o “[...] processo de incineração gera energia térmica e elimina eficientemente os resíduos” (E07), e à “[...] redução do volume de resíduos destinados à aterros” (E17).

Quanto às desvantagens foram elencadas

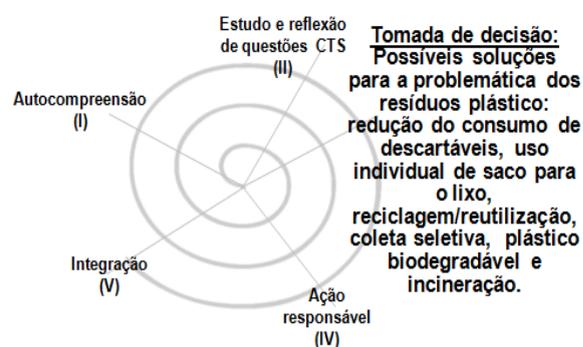
pelos estudantes a chuva ácida, o alto custo do processo de incineração, a produção de gases do efeito estufa, e a produção de gases tóxicos.

Portanto, na aula 3 os estudantes tiveram a oportunidade de escolher alternativas e confrontar informações visando uma solução para a questão dos resíduos plásticos quanto à poluição ambiental. Nesse sentido, podemos considerar que essa aula propiciou aos estudantes o exercício de tomada de decisão (WAKS, 1992) acerca da solução para minimizar a poluição ambiental ocasionada pelos resíduos plásticos, julgando suas vantagens e desvantagens.

Em síntese, podemos dizer que na aula 3 os estudantes consideraram seis possibilidades de soluções para a problemática dos resíduos plásticos, foram elas: redução do consumo de descartáveis, uso individual de saco para o lixo, reciclagem/reutilização, coleta seletiva, plástico biodegradável e incineração.

Ilustramos na figura 6 uma síntese das soluções propostas pelos estudantes na fase da tomada de decisão.

Figura 6 – Síntese dos aspectos envolvidos na fase de tomada de decisão



Fonte: adaptado de Waks (1992).

A aula 4 teve como objetivo promover o desenvolvimento de ações pelos estudantes para minimizar os impactos socioambientais dos resíduos plásticos.

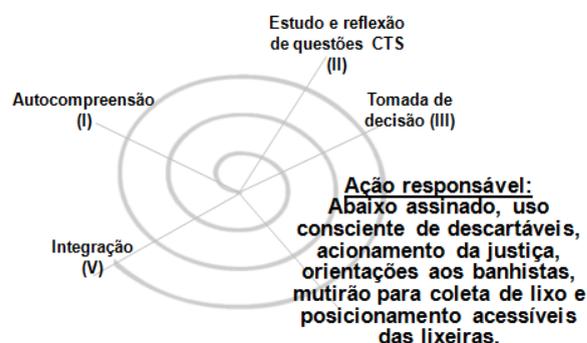
Nesta aula contamos com a participação de oito estudantes (E16, E14, E05, E07, E12, E09, E17) que construíram suas ações de forma individual, porém dois estudantes (E12, E09) preferiram construí-las em dupla. Os demais estudantes não entregaram essa atividade de planejamento ou faltaram no dia das explicações e entrega.

A ação proposta por E14 refere-se à redução do uso de canudos e copos descartáveis substituindo-os por canudos próprios. A ação proposta por E16 refere-se à reivindicação por meio de um abaixo-assinado por mais lixeiras para a coleta seletiva, tendo como recurso o “poder do cidadão” (E16).

Além dessas, as ações planejadas por E05, E07, E12, E09, E17 referem-se à realização de ações nas áreas de praias, tais como: mutirões de limpeza, informações para os banhistas sobre as consequências do descarte incorretos dos plásticos à vida marinha e humana, orientações em bares sobre o descarte de plásticos na praia, inserção de lixeiras acessíveis aos banhistas, e uso de sacolas de lixo individuais pelos frequentadores das praias, ações estas que vão além dos muros da escola.

A partir do planejamento de ações elaborado pelos estudantes, podemos dizer que a aula 4 contribuiu para a fase da ação responsável (WAKS, 1992) e agregou valores na atuação dos mesmos em cenários sociais além dos muros da escola. Segundo Waks (1992), os estudantes nesta fase comprometem-se com ações individuais e coletivas depois da avaliação e tomada de decisão entre diferentes alternativas, as quais nesta intervenção foram relativas à minimização dos impactos socioambientais dos resíduos sólidos. As ações responsáveis propostas pelos estudantes estão sintetizadas na figura 7.

Figura 7 – Síntese dos aspectos envolvidos na fase de ação responsável



Fonte: adaptado de Waks (1992).

Na aula 5, cujo objetivo foi propiciar a compreensão mais ampla das questões envolvidas aos impactos ambientais dos resíduos plásticos e a integração de aspectos éticos e valores. Nesta aula, os estudantes participaram da SDI II, e contamos com a participação de dez deles (E03, E05, E07, E09, E10, E11, E12, E14, E16, E17).

As respostas dos estudantes para as questões da SDI II (quais os valores pessoais, sociais, políticos, éticos e estéticos poderiam ser considerados nas ações propostas no sentido de minimizar os impactos socioambientais provocados pelos resíduos plásticos? De que maneiras nossas atitudes influenciam no meio ambiente ou podem minimizar tais impactos?) expressam algumas das ações/attitudes deles voltadas para minimizar os impactos socioambientais dos resíduos plásticos.

Quanto às respostas individuais dos estudantes para as questões da SDI II, destacamos: “As ações da pessoa influência no meio ambiente drasticamente então se você fizer seu papel para ajudar o meio ambiente” (E12), “Poderia conscientizar, as pessoas, à não utilizar o plástico [...]” (E14), “Reduzir o consumo de plásticos -> diminuiria o lixo plástico produzido [...]” (E16), “[...] Diminuindo a quantidade de lixo na areia das praias, evita-se que no processo da maré

encher polua ainda mais o oceano e ponha em risco a vida marinha e, por tabela acabe nos prejudicando” (E07), “[...] Se organizar socialmente, pensando no bem do ‘meio-social’ [...]” (E14), “[...] respeito ao próximo e a vida marinha [...]” (E05).

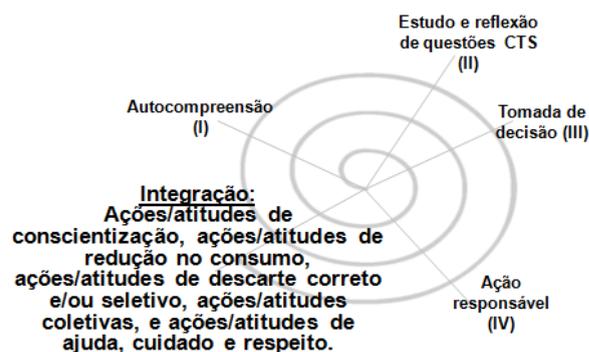
As respostas dos grupos construídas coletivamente (2º momento da SDI II) foram: “Por meio desta ação incentiva-se o altruísmo e a empatia para com as questões socioambientais. Com bom posicionamento de lixeiras e campanha de conscientização evita-se que uma grande de lixo atinja os oceanos, mesmo que para isso seja preciso multar quem insistir em poluir” (Grupo I); “Conscientização ambiental, descarte correto do lixo, respeito ao próximo e a vida marinha. Limpando ruas e praias” (Grupo II); “Reduzir o consumo de plásticos e aumentar a produção de lixeiras. E cada pessoa ter senso e carregar seu próprio lixo. Poderia conscientizar as pessoas a não utilizar o plástico e se organizar socialmente, mas já que tá difícil vamos jogar lixo no lixo” (Grupo III).

A partir das respostas dos grupos, podemos dizer que os estudantes inseriram outros aspectos que não foram apresentados nas respostas individuais, tais como: os valores de altruísmo e empatia, e o aumento na quantidade de lixeiras disponíveis. Isso porque, o desenvolvimento da SDI II incentivou a expressão das subjetividades dos estudantes e sua construção coletiva.

Nesse sentido, quanto à fase da integração, percebemos que os estudantes ampliaram seu entendimento sobre a problemática dos resíduos plásticos e trouxeram evidências da inclusão de aspectos éticos e de valores, como é proposto por Waks (1992) para esta fase. Evidências dessa integração foram identificadas nas ações/atitudes de: conscientização, redução no consumo, descarte correto e/ou seletivo, coletivas, e de ajuda, cuidado e respeito, por eles propostas.

Na figura 8 ilustramos uma síntese das ações/atitudes dos estudantes relativas à fase da integração.

Figura 8 – Síntese dos aspectos envolvidos na fase de integração



Fonte: adaptado de Waks (1992).

A partir das sínteses da análises das aulas, buscamos compreender como ocorreu o processo de desenvolvimento da responsabilidade socioambiental pelos estudantes.

Nesse sentido, os aspectos emergentes da vivência dos estudantes na fase de autocompreensão (WAKS, 1992) podem indicar o movimento inicial no sentido do desenvolvimento da responsabilidade socioambiental por eles. Evidências desse movimento são relativas ao entendimento dos estudantes sobre a presença dos plásticos no cotidiano, sobre as relações entre os plásticos e a poluição ambiental e sobre as causas dessas relações, como por exemplo, a produção industrial desses materiais em grande escala e seu descarte incorreto.

Entretanto, ao longo das análises desta fase, não encontramos evidências de que esse entendimento dos estudantes se estende para aplicações da ciência e da tecnologia na sociedade e/ou para a compreensão dos plásticos como produto da atividade científica e tecnológica.

A vivência dos estudantes na fase de estudo e reflexão (WAKS, 1992), contribuiu para a continuidade ao processo do desenvolvimento da

responsabilidade socioambiental por eles. Evidências desse movimento referem-se à compreensão, por exemplo, do que são plásticos e de seus diferentes tipos, de processos tecnológicos relativos tanto à produção quanto à reciclagem dos plásticos, e de políticas ambientais como é o caso da política dos 3Rs.

O processo do desenvolvimento da responsabilidade socioambiental é continuado na fase da tomada de decisão (WAKS, 1992) vivenciada pelos estudantes, visto que nela eles escolhem possíveis soluções para minimizar a problemática da poluição ambiental por plásticos. Por conseguinte, podemos dizer que nessa fase os estudantes continuam o movimento para o desenvolvimento da responsabilidade socioambiental, ao tempo em que fazem suas escolhas individuais e tomam decisões pessoais pelo correto para si e para o coletivo visando a redução dos impactos socioambientais dos resíduos plásticos.

As escolhas individuais dos estudantes para minimizar a problemática da poluição ambiental pelos resíduos plásticos refletem na proposição de suas ações na fase da ação responsável (WAKS, 1992).

As ações responsáveis postas pelos estudantes podem indicar a continuidade do processo do desenvolvimento da responsabilidade socioambiental à medida que eles expressam por meio delas um comprometimento individual e coletivo em participar ativamente de questões relacionadas à temática dos resíduos plásticos e seus impactos socioambientais. Além disso, destacamos que as ações responsáveis planejadas são plausíveis de serem executadas.

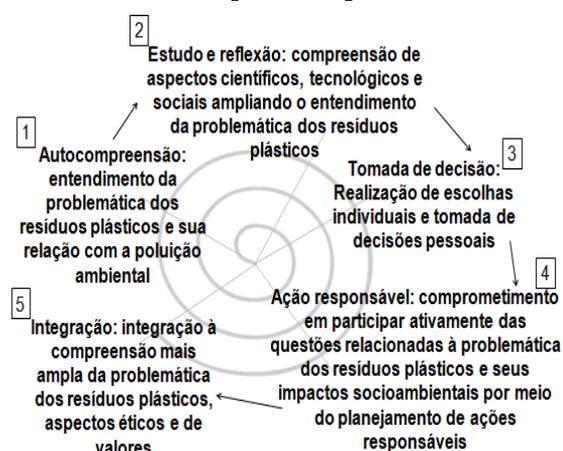
Por fim, o processo do desenvolvimento da responsabilidade socioambiental avança na vivência dos estudantes na fase da integração (WAKS, 1992), ao tempo em que eles integram aspectos éticos e valores, compreendendo de

forma mais ampla a problemática dos resíduos plásticos e o como suas ações e atitudes influenciam nessa problemática.

Em síntese, consideramos que o processo de desenvolvimento da responsabilidade socioambiental dos estudantes no contexto da intervenção pedagógica sobre resíduos plásticos na perspectiva CTS, ocorreu à medida em que os estudantes: entenderam a problemática dos resíduos plásticos e a relação destes com a poluição ambiental; compreenderam aspectos científicos, tecnológicos e sociais envolvidos, ampliando o entendimento da problemática dos resíduos plásticos; fizeram suas escolhas individuais e tomaram decisões pessoais; comprometeram-se em participar ativamente das questões relacionadas à problemática dos resíduos plásticos e seus impactos socioambientais por meio do planejamento de ações responsáveis; e integraram a compreensão mais ampla da problemática dos resíduos plásticos, aspectos éticos e de valores.

Na figura 9 ilustramos o movimento do processo do desenvolvimento da responsabilidade socioambiental pelos estudantes ao longo da vivência da intervenção pedagógica.

Figura 9 – Movimento do desenvolvimento da responsabilidade socioambiental sobre os resíduos plásticos pelos estudantes



Fonte: adaptado de Waks (1992)

Portanto, congregando os resultados dessas análises, podemos dizer que as aulas constitutivas desta intervenção pedagógica atenderam as cinco fases da espiral de responsabilidade de Waks (1992) e contribuíram no sentido do desenvolvimento da responsabilidade socioambiental pelos estudantes sobre os resíduos plásticos e seus impactos socioambientais.

Este resultado corrobora o trabalho de Oliveira (2019a) no sentido do desenvolvimento de uma compreensão mais crítica dos estudantes acerca da problemática dos resíduos plásticos.

Vale ressaltar que o desenvolvimento da responsabilidade é esperado para a perspectiva CTS, com vistas, por exemplo, à formação dos estudantes para uma participação voltada às questões sociais relacionadas à ciência e à tecnologia (MEMBIELA, 2002) no caminho do exercício da cidadania.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho temos como objetivo compreender como ocorre o processo de desenvolvimento da responsabilidade socioambiental por estudantes da educação básica a partir da análise de uma intervenção pedagógica sobre resíduos plásticos na perspectiva CTS.

A partir dos resultados desta pesquisa, podemos dizer que o processo de desenvolvimento da responsabilidade socioambiental dos estudantes ocorreu quando eles entenderam a problemática dos resíduos plásticos e a relação destes com a poluição ambiental; compreenderam aspectos científicos, tecnológicos e sociais envolvidos, ampliando o entendimento da problemática dos resíduos plásticos; fizeram escolhas individuais e tomaram decisões pessoais; comprometeram-se em participar ativamente das questões relacionadas à problemática dos resíduos plásticos e seus impactos socioambientais por meio do

planejamento de ações responsáveis; e integraram a compreensão mais ampla da problemática dos resíduos plásticos, aspectos éticos e valores.

No processo da pesquisa e do desenvolvimento da intervenção pedagógica, destacamos as contribuições da SDI, enquanto ferramenta didático-metodológica e como instrumento de coleta de dados. Por meio das duas SDI desenvolvidas na intervenção pedagógica os estudantes puderam expressar, interpretar e ampliar, individualmente e coletivamente, suas concepções sobre diversos aspectos envolvidos na problemática dos resíduos plásticos e seus aspectos ambientais.

Limitações foram enfrentadas no desenvolvimento da pesquisa. Uma das dificuldades refere-se ao fato de que, devido à pandemia da Covid-19, a turma dos estudantes participantes da pesquisa estava dividida e alternava-se nas aulas. E isso trouxe limitações para a pesquisa e para o desenvolvimento da intervenção pedagógica em diferentes aspectos, como por exemplo, nas discussões entre os estudantes nas SDI I e II, haja vista que o tempo de atuação do professor/pesquisador em sala de aula foi reduzido e o uso de máscara de tecido facial junto com o distanciamento de 1,5 metros entre os estudantes foi um obstáculo para as interações sociais entre os estudantes e professor/pesquisador.

Outro aspecto que representou uma limitação para a pesquisa foi o fato das ações responsáveis propostas pelos estudantes ficarem no âmbito do planejamento, uma vez que elas não puderam ser realizadas devido às restrições causadas pela pandemia da Covid-19.

Entretanto, apesar dessas limitações, entendemos que os resultados dessa pesquisa podem contribuir tanto para o ensino de ciências, e mais especificamente, o ensino de Química na perspectiva CTS quando pretende-se lançar mão



ARTIGO ORIGINAL

da espiral de responsabilidade de Waks como modelo de estruturação dessa perspectiva de ensino, como para futuras pesquisas cujo objeto de estudo seja o desenvolvimento da responsabilidade socioambiental.

Em outras palavras, para futuras pesquisas que considerem a relevância de se olhar para o ensino de ciências, em especial para o ensino de Química, para além dos conteúdos científicos e dos aspectos tecnológicos, por meio da perspectiva CTS, articulando estes às questões socioambientais, no sentido de formarmos estudantes, atores importantes na transformação da sociedade e do meio ambiente, para a responsabilidade socioambiental.

REFERÊNCIAS

- BOUZON, J. D *et al.* O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos, São Paulo. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 3, p. 214-225, ago. 2018. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/artigos/CP-69-17.pdf>. Acesso em: 11 ago 2021.
- CADORE DEMMER, B.; CESÁRIO PEREIRA, Y. C. Educação ambiental e estudo da paisagem: a percepção para a responsabilidade socioambiental. **Olhar de Professor**, Paraná, v. 14, n. 2, p. 255-272, 2011. Disponível em: <https://www.revistas2.uepg.br/index.php/olhardeprofessor/article/download/3508/2515>. Acesso em: 13 mar 2020.
- CAMBI, B. **Educação CTS em livros didáticos: de análise a aproximação com a modelagem matemática**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.
- CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M. dos.; NETO, S. C. Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 22, p. 17-21, 2005. Disponível em: qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a03.p df. Acesso em: 20 maio 2019.
- CARVALHO, I. C. de M. **Educação Ambiental: A formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2017. E-book.
- COMO fazer plástico de batata (EXPERIÊNCIA). Publicado pelo Manual do Mundo. São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LyqyYehL82Y>. Acesso em: 07 fev 2020.
- GONDIM, M. S.; PINHEIRO, M. D. O caso do tacho de cobre: ações e compreensões de professores de Química em formação e o ensino de CTS. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA*, 9., 2013, São Paulo. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: SP, 2013. p. 1 – 8.
- GUIMARÃES, M. Educação ambiental: participação para além dos muros da escola. *In: MELLO, S. S. de.; TRAJBER, R. Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental na escola*. Brasília: UNESCO, 2007. p. 85-93.
- HAGUETTE, T. M. F. **Metodologias qualitativas na sociologia**. 12. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.
- MEMBIELA, P. Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias. *In: MEMBIELA, P. Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad: formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea, 2002. p. 91-106.
- MESSORES, C. M. **Um estudo sobre a educação em ciência, tecnologia e Sociedade CTS nas ciências naturais das séries iniciais do Ensino fundamental no contexto da**



ARTIGO ORIGINAL

proposta curricular de Santa Catarina

PC/SC. 2009. Dissertação (Mestrado em educação científica e tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

OLIVEIRA, M. M. Círculo hermenêutico-dialético como sequência didática interativa. **Revista Brasileira de Estudos Canadenses**, Santa Catarina. v. 11, n. 1, 2011a, p. 235 - 251. DOI: <https://doi.org/10.15210/interfaces.v11i1.7173>. Acesso em: 10 mar 2020

OLIVEIRA, M. M. Complexidade, Dialogicidade, Círculo Hermenêutico no Processo De Pesquisa e Formação De Professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DE CIÊNCIAS, 8., 2011b. Campinas. **Anais [...]**. Campinas: UEC, 2011b, p. 1 - 13.

OLIVEIRA, M. M. **Sequência Didática Interativa**: no processo de formação de professores. Petrópolis: Editora vozes, 2013.

OLIVEIRA, R. F. A. A.; SILVA, M. A. A.; OLIVEIRA, M. M.; NOGUEIRA, R. A. SDI VIRTU@L: construção de uma plataforma de ensino/aprendizagem. In: OLIVEIRA, M. M. (Org.) **Experiências exitosas com Sequências Didáticas Interativas**. 1. ed. Recife: EDUFRPE, 2017. p. 247 - 266.

OLIVEIRA, L. V.; PIMENTA, A. C. Ciência tecnologia e sociedade na formação inicial de Professores de ciências da natureza: o desenho de uma ação didático-formativa. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 3., 2018, Campina Grande. **Anais [...]**. Paraíba, 2018. p. 1-4.

OLIVEIRA, L. V. **Percepções sobre ciência, tecnologia e sociedade na formação inicial de professores de ciências da natureza**: Limites e possibilidades de uma ação didático-formativa. 2019a. Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de

Goiás, Florianópolis, 2019a.

OLIVEIRA, L. V. Em busca de uma teleologia para a educação científica CTS: da consolidação do campo às unidades de ensino. **Actia: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 87-108, 2019b. DOI: 10.3895/actio.v4n2.9034. Acesso em: 10 mar 2021

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico**: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUAIS são os tipos de plásticos? Publicado pelo Portal eCycle. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rB9GPhOTwFQ> Acesso em: 07 fev 2020.

ROSA, S. E. da.; AULER, D. Não neutralidade da ciência-tecnologia: problematizando silenciamentos em práticas educativas CTS. **ALEXANDRIA, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 9, n. 2, pp. 203-231. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2016v9n2p203>. Acesso em: 11 ago 2021.

SANTOS, D. C. S.; OLIVEIRA, M. M. Novo paradigma na formação docente: Neotecnicismo versus Sequência Didática Interativa. In: OLIVEIRA, M. M. (Org.) **Experiências exitosas com Sequências Didáticas Interativas**. 1. ed. Recife: EDUFRPE, 2017. p. 41 - 65.

SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, L. P. dos; AULER, D. (Orgs.) **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (coords.) **Química Cidadã**: Volume 3. 2. ed. São Paulo: Editora AJS, 2013.



SÉRIE JR: veja como o plástico do lixo ameaça a vida dos animais marinhos. Produção do Jornal da Record. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=RjLEK-kg24U&t=348s>. Acesso em: 07 fev 2020.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, E. L. da.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 21, n. 1, pp. 65-83. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150010005>. Acesso em: 11 ago 2021.

SILVEIRA, T. A.; GOMES, J. L. de A. M. C.; SILVA, I. M.; JÓFILLI, Z. CARNEIRO-LEÃO, A. M. dos A. Concepções do conceito de mol trabalhadas com aplicação da Sequência Didática Interativa no Ensino Superior. *In*: OLIVEIRA, M. M. (Org.) **Experiências exitosas com Sequências Didáticas Interativas**. 1. ed. Recife: EDUFRPE, 2017. p. 267 – 292.

VIEIRA, R. M.; TENREIRO-VIEIRA, C.; MARTINS, I. P. **A educação em ciências com orientação CTS**: atividades para o ensino básico. Porto: Areal editores, 2011.

WAKS, L. J. The Responsibility Spiral: A curriculum framework for STS education. **Theory Into Practice**, v.31 (1), p.13-19, dez. 1992. Disponível em: <https://www.tandfonline.com > doi > pdf> Acesso em: 10 Jul 2019.

WAKS, L. J. Filosofía de la educación en CTS. Ciclo de responsabilidad y trabajo comunitario. *In*: ALONSO, A.; AYESTANRÁN, I.; URSÚA, N. (Coords). **Para comprender ciencia, tecnología y sociedad**. Navarra: Editora Verbo Divino, 1996.