



UMA ANÁLISE DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS EM UMA AULA INVESTIGATIVA DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE MEDIDAS PROTETIVAS CONTRA A EXPOSIÇÃO AO SOL

An analysis of the discursive interactions in an inquiry-based science class in the last year of the primary education for students in Elementary school on the subject of protective measures against solar exposure

Leandro da Silva Barcellos [leandrobarcellos5@gmail.com]
*Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Universidade Federal do Espírito Santo
Avenida Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras | Vitória – ES*

Geide Rosa Coelho [geidecoelho@gmail.com]
*Programa de Pós-Graduação em Educação
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Universidade Federal do Espírito Santo
Avenida Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras | Vitória – ES*

Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo analisar, por meio das interações discursivas em uma sala de aula de ciências do quinto ano do ensino fundamental, o processo de construção conjunta de conhecimentos relativos à interação entre a radiação ultravioleta-corpo humano e os diferentes produtos de proteção. Além disso, busca refletir sobre elementos da prática científica, especificamente atitudes e procedimentos, que podem ser potencializadas em aulas fundamentadas no ensino por investigação. O tema interação radiação-corpo humano possui caráter transversal e sociocientífico, estando em concordância com os pressupostos da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. A pesquisa de cunho qualitativo se desenvolveu a partir de uma intervenção realizada em uma escola da rede municipal de Vitória no Espírito Santo. Para a produção de dados, foi utilizado a videogravação de uma aula intitulada “A Luz Negra” que tinha como atividade central uma demonstração investigativa. A análise das interações discursivas nessa aula foi estabelecida por meio da interlocução com autores do campo da educação em ciências ancorados na matriz sociocultural. Os resultados sugerem que a mediação estabelecida na aula “A Luz Negra” promoveu um ambiente propício para trocas verbais que potencializaram atitudes dos estudantes em relação às ciências, como postura crítica e investigativa perante às questões discutidas, além do respeito às diferentes ideias e pensamentos. Do ponto de vista procedimental, evidenciamos que, na sala de aula, os alunos participaram de processos de elaboração e teste de hipóteses, de construção de modelos explicativos e da sua comunicação, bem como estabelecerem generalizações para outros contextos. Em relação ao domínio conceitual, notou-se uma hibridização entre discursos cotidiano e científico articulados aos procedimentos e atitudes potencializados na aula. Consideramos que esses elementos constituem um passo importante envolvendo a progressiva integração dos estudantes no processo de significação e de inserção em práticas típicas da comunidade científica.

Palavras-Chave: Ensino de ciências nos anos iniciais; Ensino por investigação; Interação Radiação-corpo humano; Conteúdos conceitual, procedimental e atitudinal; Interações discursivas.

Abstract

This research aims to analyze, by the means of discursive interactions in a fifth-grade elementary school Science class, the process of joint knowledge construction on the interaction between ultraviolet radiation-human body and the different protective products. Furthermore, it aims to reflect on the elements of scientific practices, specifically, attitudes and procedures that can be used in the inquiry-based classes. The theme,

human-body interaction, has a transversal and socio-scientific feature, agreeing with the assumptions of the approach of Science, Technology and Society. This qualitative research was conducted in a Vitória's county school in Espírito Santo. The recording of an inquiry-based class entitled "The black light" was used as the main means of data collection. The class discursive interactions were analyzed based on social cultural science education authors. The results suggest that the mediation established in the class "The Black Light" has promoted a proper environment for verbal exchanges that potentiated students' attitude regarding science, as critical and investigative attitudes towards the issues discussed, as well as respect for different ideas and thoughts. Regarding the procedure method, it has to be highlighted that the students in the classroom had participated in the process of formulation and testing of their hypotheses, construction and communication of explanatory models and the application of their findings in other contexts. In relation to the conceptual domain, it has been noted a hybridization of everyday life and scientific discourses in conjunction with the procedures and attitudes potentiated in the lesson. We considered that these elements constitute an important step involving the progressive students' integration in the process of giving meaning and becoming inserted in practices typical of the scientific community.

Keywords: Science Teaching in Elementary school; Inquiry based teaching; interaction radiation-human body; Conceptual, procedural and attitudinal learning; Discursive interactions.

INTRODUÇÃO

No Brasil, diversos estudos têm como foco o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental (Carvalho, Gonçalves, Rey, Barros, & Vannucchi, 1998; Lima & Carvalho, 2003; Zanon & Freitas, 2007; Pizarro, Barros & Lopes Junior, 2016). Eles investigam elementos como a formação inicial e continuada de professores, seus métodos, abordagens e recursos utilizados para o ensino de ciências. Além disso, essas pesquisas têm em comum o fato de argumentarem em defesa da importância do ensino de ciências nos anos iniciais, o que contrasta com a realidade encontrada em muitas salas de aula. Rosa, Perez e Drum (2007) apontam que os professores dos anos iniciais costumam dar prioridade à matemática e à língua materna no processo de alfabetização, deixando as ciências em segundo plano. Os mesmos autores ainda problematizam que, em relação aos conteúdos de física, há docentes que não os consideram importantes para essa etapa escolar, ou ainda que as crianças não têm condições de compreendê-los. Contribuindo para essa discussão, Azevedo (2008) aponta que, mesmo com as orientações dos documentos nacionais, as práticas escolares revelam que o ensino de ciências não é tratado como prioridade nos anos iniciais do ensino fundamental.

Compreendemos que não se pode negligenciar o direito das crianças ao acesso à cultura científica, tampouco subestimá-las quanto à capacidade de entender os fenômenos naturais. Concordamos com Colombo Junior, Lourenço, Sasseron, & Carvalho (2012, p. 494), quando dizem que:

“O ensino de ciências nos anos iniciais é de extrema importância na vida das crianças, visto que nesta fase a curiosidade e a motivação em descobrir o “novo” encontram-se mais aguçadas. Crianças são naturalmente curiosas, e esta curiosidade quando bem trabalhada certamente gera amor. Trabalhar o ensino de ciências com as crianças pode significar a oportunidade de compreensão do mundo em que vivem. [...] A escola de ensino fundamental, particularmente as aulas de ciências, pode (e deve) propiciar aos alunos ambientes de ensino que estimulem e motivem o desenvolvimento físico e intelectual do aluno. Versando sobre o ensino de física no ensino fundamental, acreditamos que uma das maneiras de atingir este objetivo é por meio de atividades e experimentos investigativos, com os quais o aluno discute e argumenta com seus pares na busca por uma conclusão compartilhada por todos a respeito de determinado conceito”.

Porém, Schroeder (2004) aponta que o ensino de ciências nos anos iniciais se caracteriza por ser “biologizado”, ou seja, à medida que professores enfatizam tópicos vinculados à alimentação e à higiene, menos os assuntos que possuem maior relação com a física são focados, ou os domínios mais amplos das ciências naturais. Santos (2007) afirma que o ensino de ciências nas escolas vem sendo trabalhado de forma descontextualizada, mesmo com as orientações dos documentos oficiais que norteiam a educação nacional. O mesmo autor ressalta que a falta de contextualização dificulta o processo de associação entre ciência e cotidiano por parte dos estudantes, contribuindo para a construção de uma visão de ciência distorcida, principalmente, por conceber as práticas pedagógicas baseadas na memorização de fórmulas e na resolução

de exercícios matematizados. Outro problema é a forma como muitos professores entendem a contextualização, associando-a ao simples ato de citar situações cotidianas nas quais esses fenômenos estão envolvidos. Concordando com Santos (2007, p. 6), entendemos que:

“[...] a contextualização no currículo poderá ser constituída por meio da abordagem de temas sociais e situações reais de forma dinamicamente articulada que possibilite a discussão, transversalmente aos conteúdos e aos conceitos científicos, de aspectos sociocientíficos (ASC) concernentes a questões ambientais, econômicas, sociais, políticas, culturais e éticas”.

Assim, levando em consideração esse cenário, esta pesquisa apresenta parte de uma intervenção baseada no ensino por investigação, desenvolvida com estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental, abordando o tema interação radiação ultravioleta-corpo humano e que possui caráter transversal e sociocientífico. Assim, nosso objetivo consiste em analisar, por meio das interações discursivas em uma sala de aula de ciências do quinto ano do ensino fundamental, o processo de construção conjunta de conhecimentos relativos à interação entre a radiação ultravioleta-corpo humano e os diferentes produtos de proteção. Somado a isso, buscamos refletir sobre elementos da prática científica, especificamente atitudes e procedimentos que podem ser potencializados nessa aula fundamentada no ensino por investigação. O tema foi desenvolvido com os estudantes depois da análise de dados do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA), o qual afirma que, no Brasil, o tipo mais comum de câncer é o de pele não melanoma, correspondendo acerca de 30% dos casos diagnosticados e a exposição prolongada à radiação ultravioleta (RUV) proveniente do Sol é considerada a principal causa do câncer de pele tipo melanoma e não melanoma¹. Aliás, segundo Okuno e Vilela (2005), a cada dia, há mais pessoas se expondo exageradamente ao Sol sem proteção adequada, pois a pele bronzeada ainda é vista como sinônimo de saúde e beleza. Não obstante, o caráter cumulativo do dano causado por radiação exige que a prevenção seja estimulada de maneira precoce.

Esse contexto nos permite compreender a exposição prolongada aos raios ultravioleta como uma questão de saúde pública, constituindo, assim, um tema de relevância científica e social. Isto posto, entendemos que a apropriação de conhecimentos científicos relativos a esse tema pode contribuir com o processo de tomada de decisão, no sentido de empoderar os aprendizes para que possam refletir, de forma responsável, sobre a exposição e os efeitos nocivos da radiação ultravioleta no corpo humano.

Por focar nas interações discursivas, consideramos fundamental que as ações do professor potencializassem a argumentação em aulas de ciências, que, segundo Colombo Junior *et al.* (2012), possui papel importante em debates de temas sociocientíficos, além de ser essencial para o estabelecimento de um ambiente investigativo no qual os alunos devem comunicar suas ideias e pensamentos, e, assim, construir diálogos democráticos. Sasseron (2015) dialoga com Duschl e Osborne (2002), para afirmar que a linguagem das ciências é, por natureza, uma linguagem argumentativa. A mesma pesquisadora destaca que as interações discursivas são promotoras da argumentação, fomentando-a e auxiliando para que seja mais rica e, por consequência, contribuindo para o desenvolvimento intelectual. É importante destacar que a argumentação desenvolvida em aulas de ciências vai além do aspecto linguístico, pois envolve “um processo de avaliação de enunciados, análise de possibilidades, refinamento de explicações e justificativas. Todas essas características se assemelham a práticas próprias da cultura científica escolar” (Sasseron, 2015, p. 65).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os pressupostos do ensino por investigação e as características das atividades investigativas

O ensino de ciências por investigação não pode ser considerado uma novidade. Abd-El-Khalick *et al.* (2004) nos dizem que John Dewey (1859-1952) apresentava, em sua filosofia educacional, aspectos que possuem correlação com essa perspectiva. 50 anos depois, Joseph Schwab (1939-1986) defendia um ensino de ciências fundamentado em investigações. Atualmente, o ensino de ciências por investigação pode ser visto em políticas curriculares de diversos países e Abd-El-Khalick *et al.* (2004) cita pesquisadores da Holanda (Lijnse, 1995), Espanha (Jimenez Aleixandre, Pereiro Munoz, & Aznar Cuadrado, 2000) e França (Tiberghien, 2000), a fim de evidenciar a amplitude das pesquisas nessa área. Barrow (2006) menciona as diferentes

¹ Os carcinomas (ou não melanomas) desenvolvem-se em células das camadas basal ou espinhosa, com menor risco de sofrer metástase (migração por via sanguínea ou linfática de agentes patológicos). Os melanomas desenvolvem-se nos melanócitos, com grande risco de sofrer metástase.

definições trazidas pela literatura - e também pela gramática - ao ensino por investigação, ao passo que outros autores destacam as múltiplas interpretações existentes para essa abordagem, dada à polissemia do termo, o que implica a não existência de um consenso entre os pesquisadores. Abd-El-Khalick *et al.* (2004) sinalizam que discussões sobre a natureza e o papel do ensino por investigação precisam envolver as vozes oriundas das várias comunidades científicas, em virtude das peculiaridades de cada contexto, em que diferentes termos e frases são associados ao ensino por investigação.

Considerando a polissemia associada à abordagem, podemos dizer que existem diferentes possibilidades para o ensino por meio de atividades investigativas. Mesmo não havendo um consenso entre os pesquisadores da área, há diversos pontos comuns em relação ao ambiente de ensino organizado por essa perspectiva. Sá, Paula, Lima, & Aguiar Júnior (2007) e Azevedo (2004) concordam que uma atividade investigativa se inicia com a criação de uma situação-problema e ampliam a discussão apresentando outros elementos essenciais os quais caracterizam essa abordagem, destacando a aproximação com a investigação científica, quando os alunos elaboram hipóteses, coletam e analisam dados, debatem a partir de múltiplas interpretações e comunicam seus resultados, sempre atuando em parceria com o professor.

Continuando a discussão sobre a proposição e solução de problemas no ensino de ciências por investigação, Azevedo (2004, p. 22) nos diz que:

“[...] a solução de problemas pode ser, portanto, um instrumento importante no desenvolvimento de habilidades e capacidades, como: raciocínio, flexibilidade, astúcia, argumentação e ação. Além do conhecimento de fatos e conceitos, adquirido nesse processo, há a aprendizagem de outros conteúdos: atitudes, valores e normas que favorecem a aprendizagem de fatos e conceitos. Não podemos esquecer que, se pretendemos a construção de um conhecimento, o processo é tão importante quanto o produto”.

Para Sasseron (2015), o ensino por investigação se constitui como uma abordagem, e sua inserção em aulas de ciências pode atuar tal qual um facilitador de alguns aspectos importantes para o ensino e aprendizagem em ciências relacionados à formação de relações causais destinadas a explicar o fenômeno estudado (isso por meio da criação e teste de hipóteses), culminando na construção de modelos explicativos, além de socialização dos resultados obtidos.

No ensino por investigação, o papel do professor se modifica em relação ao ensino tradicional. Ele se torna responsável por fomentar os debates com novas questões e discussões, conduzindo e auxiliando os estudantes no processo de ressignificação dos conceitos compartilhados na sala de aula e possibilitando o desenvolvimento da autonomia de pensamento por parte dos estudantes (Azevedo, 2004). Nessa mudança de postura do professor, os estudantes podem ser inseridos na cultura científica, quando se depararem com situações-problema nas quais o conhecimento científico é requerido e avaliado na busca pela solução daquelas. Para Carvalho *et al.* (1998, p. 36):

“É o professor que propõe problemas a serem resolvidos, que irão gerar ideias que, sendo discutidas, permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios; promove oportunidades para a reflexão, indo além das atividades puramente práticas; estabelece métodos de trabalho colaborativo e um ambiente na sala de aula em que todas as ideias são respeitadas”.

Duschl (1994) afirma que os estudantes devem adotar procedimentos similares aos que os cientistas adotam para investigar situações-problema em aulas de ciências, visando à aquisição de conhecimentos. Assim, a mudança ocorre tanto nas ações, quanto no planejamento, o qual precisa estabelecer uma problematização adequada, que possibilite a criação do ambiente investigativo. Isso significa que o problema deve ser claro, bem delimitado, estar atrelado ao novo conceito a ser trabalhado e, se possível, conectado a alguma aplicação cotidiana, ou vivência dos estudantes. No ensino por investigação, as atividades devem ser centradas nos estudantes, de modo que eles possam ir além do trabalho de manipulação, ou da observação, articulado às ações didáticas que os levem a questionar, argumentar e organizar suas ideias.

“Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e

buscando a causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações (Azevedo, 2004. p. 22)”.

Cabe ao professor propor atividades que estimulem o pensamento crítico-reflexivo e que propiciem a elaboração de diversas estratégias para a solução do problema, além de potencializar o desenvolvimento de atitudes relativas ao respeito às diferentes ideias e pensamentos, permitindo aos alunos socializá-los de maneira democrática. Por isso, situações-problema que envolvem temas sociocientíficos podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico-reflexivo e tomada de decisão por parte dos estudantes, pois abrangem a formação de opinião e escolhas individuais e coletivas, que podem ter relação com questões de relevância local, nacional e até global.

Para abordar de forma investigativa o tema interação radiação ultravioleta-corpo humano, neste trabalho, é evidenciado a problematização de produtos mais comuns utilizados pela população e que tem relação com a exposição ao Sol (protetor solar e bronzeador). A partir dessa problematização, as situações-problema buscaram contextualizar o ensino de ciências com as tecnologias e questões sociais, visto que entender como esses produtos funcionam pode contribuir para a conscientização sobre seu uso. Isso significa contemplar o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nos currículos de ciências que consideram o contexto da sociedade tecnológica atual e suas implicações à vida humana (Santos, 2007).

O enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade e o ensino de ciências

Mesmo não existindo uma unanimidade entre os pesquisadores sobre a definição de um currículo CTS, é possível observar diversos pontos comuns em relação à articulação entre o desenvolvimento de conceitos científicos e os ambientes social, político e tecnológico vinculados à vida dos estudantes. Para Santos e Mortimer (2000), um currículo CTS deve potencializar a capacidade de tomada de decisão por meio da ênfase nas correlações entre a abordagem dos conceitos científicos, o planejamento tecnológico e solução de problemas, culminando em um posicionamento crítico por parte dos estudantes perante temas de relevância social.

Os currículos normalmente não contemplam de forma satisfatória o enfoque CTS, tampouco os livros didáticos, que quase sempre o tratam de forma superficial, principalmente considerando ainda hoje uma mediação centrada na transmissão de conteúdos pelos professores (Bazzo, Von Linsingen, & Pereira, 2000). A inserção do enfoque CTS nos currículos de ciências é apenas a etapa inicial do processo de formação de cidadãos com postura crítica-reflexiva, ou seja, as atitudes potencializadas por um currículo CTS podem se estender para outros contextos além da escola. Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) chamam atenção para o baixo número de instituições no Brasil que possuem linha de pesquisa voltada para o enfoque CTS. Eles também destacam que professores e estudantes estão sendo formados em uma perspectiva fragmentada, o que dificulta a implementação de práticas pedagógicas com esse tipo de enfoque.

Auler (2003) destaca que o enfoque CTS deve ser entendido como uma maneira de ensinar, e não como um componente curricular. Articular isso ao ensino por investigação envolve abordar situações-problema de relevância social, portanto contextualizadas, que potencializam a reflexão e o desenvolvimento de posicionamento crítico por parte dos estudantes. Assim, o ensino com enfoque CTS pode favorecer aos estudantes e professores desenvolverem processos investigativos sobre “fatos conhecidos, verdades bem estabelecidas e valores aceitos universalmente” (Schnetzler & Santos, 2003). Com base nessa premissa, a atividade investigativa em evidência nesta pesquisa parte da problematização sobre os diferentes produtos químicos desenvolvidos para proteção a exposição ao Sol, cada qual com suas funções específicas. Saber qual, quando e como usar é essencial para que as crianças possam se posicionar criticamente, o que pode influenciar na tomada de decisões socialmente responsáveis.

O tema interação RUV-corpo humano pode ser considerado um tema CTS, devido ao seu caráter sociocientífico. Para Santos e Mortimer (2009, p. 192), temas dessa natureza “[...] têm sido geralmente denominadas *socioscientific issues* (SSI) as quais podem ser traduzidas por questões sociocientíficas, ou temas sociocientíficos”. Ainda segundo os mesmos pesquisadores, os temas sociocientíficos não precisam ser necessariamente explorados a partir de perguntas controversas, ou de tópicos do currículo escolar. A abordagem desses temas pode emergir de conteúdos problematizados culturalmente, como parte integrante do processo de reflexão sobre o papel social da ciência. O estudo da interação RUV-corpo humano abarca saberes de diversas áreas do conhecimento, como física, química, biologia e geociências, podendo ser entendido como um tema transversal. Concordamos com La Taille, Souza e Vizioli (2004, p. 104) ao conceituarem a transversalidade tal qual uma abordagem didática na qual os temas são:

“Estudados de forma articulada com as disciplinas clássicas a fim, por um lado, de não sobrecarregar o currículo com horas e mais horas de aula e, por outro, de mostrar ao aluno o quanto tais matérias podem ter relação com a vida cotidiana e serem úteis para o exercício da cidadania”.

Nessa perspectiva, são discutidos temas cotidianos vivenciados pelas comunidades, famílias e estudantes, com os quais se busca articular saberes de diferentes campos do conhecimento destinados à tomada de decisão consciente (Zarth, 2013). É importante destacar que a articulação entre as disciplinas não é tarefa simples. Kleiman e Moraes (1999) sinalizam para algumas dificuldades que permeiam essa questão como a resistência à mudança de alguns profissionais que são retirados de suas zonas de conforto, além da dificuldade no desenvolvimento de projetos dessa natureza em função da formação positivista e fragmentada, comum aos currículos dos cursos de formação de professores de ciências e pedagogos nas universidades.

Zarth (2013) dialoga com Busquets (2000), a fim de entender que os conteúdos curriculares formam um eixo longitudinal de áreas do conhecimento que deve ser perpassado através dos temas transversais, que precisam contemplar a sociedade e seu cotidiano. Nesse sentido, o trabalho buscou explorar, na discussão sobre o protetor solar, elementos que contemplassem essas dimensões, como o modo de aplicação e manutenção do protetor, e o significado do fator de proteção FPS, o qual tem influência direta em seu preço. Assim, uma intervenção dessa natureza almeja contribuir com o processo de conscientização sobre o uso desse produto, o qual possui relação com uma tomada de decisão. Conforme Martínez e Carvalho (2012), o ensino de ciências que busca empoderar os estudantes para uma tomada de decisão é reconstituído como um processo de negociação entre a cultura acadêmica e a cultura dos alunos. Então, o professor precisa desenvolver estratégias que permitam o diálogo entre essas culturas no espaço de sala de aula, de modo que os discentes possam se apropriar de aspectos específicos do universo científico, ou seja, envolvê-los no processo de enculturação.

Ensino por investigação como elemento do processo de enculturação na educação científica

Mortimer e Scott (2002) apontam para a influência da matriz sociocultural nas pesquisas em educação em ciências desenvolvidas a partir da década de 1990. Esse panorama tem gerado o interesse dos pesquisadores pelo processo de significação em salas de aula de ciências, engendrando um programa de pesquisa que procura responder de que maneira os significados são construídos pelos estudantes por meio do uso da linguagem e outros modos de comunicação suportados pelo professor. Contribuindo para essa discussão, Trindade e Rezende (2010), ancorados na perspectiva sociocultural de Vigotski, consideram as interações sociais como elementos fundamentais do processo de enculturação, sendo mediadas por ferramentas culturais tais quais, por exemplo, a linguagem, que permitirá a interação dos indivíduos com o estabelecimento de significados entre eles.

“Nessa perspectiva, a educação em ciências é vista como uma atividade social conduzida dentro de estruturas culturais e institucionais e as questões de investigação dizem respeito ao papel da interação social em salas de aula de ciências (Trindade & Rezende, 2010, p.490)”.

De acordo com Sasseron (2015), os avanços das ciências da natureza estão correlacionados com aspectos de ordem social, histórica e cultural, assim como qualquer outro empreendimento humano. Logo, “podemos conceber a cultura científica como o conjunto de ações e de comportamentos envolvidos na atividade de investigação e divulgação de um novo conhecimento sobre o mundo natural” (Sasseron, 2015, p. 55). Entender o conhecimento científico tal qual uma construção social traz implicações diretas para a educação em ciências, entre elas, a necessidade de iniciação dos estudantes nas formas científicas de pensar, fazer e agir, pois esses sujeitos dificilmente descobrirão, em outros espaços que não estejam relacionadas a contextos educativos, de que maneira as ideias e entidades científicas são construídas, validadas e divulgadas por meio das instituições culturais da ciência. Driver, Asoko, Leach, Mortimer, & Scott (1999) nos dizem que a aprendizagem em ciências está associada à iniciação de forma significativa dos estudantes nas ideias e nas práticas da comunidade científica. Nas palavras desses autores:

“Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; é tornar-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às

assertivas do conhecimento. Antes que isso possa acontecer, no entanto, os indivíduos precisam engajar-se em um processo pessoal de construção e de atribuição de significados. Caracterizado dessa maneira, aprender ciências envolve tanto processos pessoais como sociais (Driver et al. 1999, p. 6)”.

Na perspectiva sociocultural, o professor tem um papel essencial na introdução dos estudantes às particularidades da comunidade científica, auxiliando-os no processo de construção de significados. A troca de significados com um sujeito mais experiente é fundamental, devido à sua natureza dialógica. Assim, cabe ao docente introduzir novas ideias e ferramentas culturais, bem como fornecer suporte e orientação aos alunos para que eles deem sentido a elas (Driver et al., 1999). Nesse sentido, podemos entender o processo de ensino e aprendizagem em ciências como sendo um processo de enculturação, ou seja, uma introdução dos estudantes à cultura científica. Nesse processo de enculturação, o professor precisa disponibilizar para os alunos as ferramentas culturais da comunidade científica, conduzindo-os no processo de apropriação dos modelos, reconhecimento de seus domínios e aplicabilidades, das atitudes e procedimentos típicos da comunidade científica, a fim de que eles sejam capazes de utilizá-los.

Conferir significado é um processo dialógico entre pessoas, e a aprendizagem se dá pela introdução dos sujeitos em uma cultura, auxiliados pelos membros mais experientes. O conhecimento é construído por meio do engajamento social desses sujeitos em situações-problema e conversações, e, à medida que isso acontece, ocorre a apropriação das ferramentas culturais (Driver et al., 1999). O aspecto cultural do processo de ensino e aprendizagem que se defende nesta pesquisa constitui a base para a compreensão de como o ensino por investigação pode oportunizar a inserção dos estudantes em uma nova cultura. Isso porque essa abordagem promove aprendizagem em ciências a partir da vivência do trabalho científico dos estudantes (Ainkenhead, 2009; Driver et al. 1999). Ou ainda, como afirmam Trivelato e Tonidandel (2015, pp. 102-103),

“Uma característica marcante nas atividades investigativas é a preocupação com o processo de aprendizagem dos estudantes, que têm seu foco deslocado da aquisição de conteúdos científicos para a sua inserção na cultura científica e para o desenvolvimento de habilidades que são próximas do “fazer científico”. É importante que, além dos aspectos relacionados aos procedimentos como observação, manipulação de materiais de laboratório e experimentação, as atividades investigativas incluam a motivação e o estímulo para refletir, discutir, explicar e relatar, o que promoverá as características de uma investigação científica”.

A familiarização dos estudantes com essa nova cultura envolve a apropriação de conceitos, o desenvolvimento de atitudes e procedimentos por meio das interações sociais na sala de aula. Carvalho (2013), estabelecendo interlocução com as ideias de Vigotski, destaca que as interações sociais são mediadas por meio da utilização de ferramentas culturais, tal qual a linguagem, considerada a mais importante entre elas, sendo vista como algo além de um meio facilitador para processos mentais já estabelecidos.

“Além disso, a linguagem das ciências não é só uma linguagem verbal. As Ciências necessitam para expressar suas construções, de figuras, tabelas, gráficos e até mesmo da linguagem matemática. Portanto, temos de prestar atenção nas outras linguagens, uma vez que somente as linguagens verbais – oral e escrita – não são suficientes para comunicar o conhecimento científico. Temos de integrar, de maneira coerente, todas as linguagens, introduzindo os alunos nos diferentes modos de comunicação que cada uma das disciplinas utiliza, além da linguagem verbal, para a construção de seu conhecimento (Carvalho, 2013, p. 6)”.

Pozo e Gómez-Crespo (2009) ressaltam que não há unanimidade na definição dos conteúdos procedimentais, mas afirmam que eles estão atrelados às estratégias e às técnicas adotadas pelos alunos destinadas a solucionar os problemas estudados, bem como o saber fazer adquirido através de ações práticas. Os conteúdos procedimentais podem ser vistos nos demais conteúdos, mas possuem muitas peculiaridades. Sua natureza dificulta avaliações e até mesmo a verbalização das ações realizadas. No contexto do ensino por investigação atrelado ao discurso do “fazer científico”, esses procedimentos estão relacionados ao

“trabalho com dados, informações e conhecimentos já existentes, o levantamento e o teste de hipóteses, o reconhecimento de variáveis e o controle das mesmas, o

estabelecimento de relações entre informações e a construção de uma explicação (Sasseron, 2013, p. 43)”.

Pozo e Gómez-Crespo (2009) sinalizam que, para a elaboração de um currículo que contemple os conteúdos atitudinais, é necessário que os professores tomem consciência das atitudes as quais almejam desenvolver com seus alunos, bem como aquelas que expressam em suas práticas. Trazendo a discussão para pensarmos atitudes de estudantes em um ambiente de ensino pautado na investigação de situações-problema envolvendo questões sociocientíficas, elas estão relacionadas à mudança de postura na sala de aula. Estamos demarcando a importância do engajamento dos estudantes no trabalho colaborativo perpassado pelas interações dialógicas voltadas à construção do conhecimento científico e ao desenvolvimento de um posicionamento crítico e reflexivo relacionado ao tema de relevância social.

Ampliando a discussão sobre a agenda de pesquisa envolvendo o processo de significação, Mortimer e Scott (2002), inspirados nos pressupostos Vigotskianos, consideram que o processo de conceitualização é equacionado com a construção de significados, logo, o foco deixa de ser o entendimento individual do aluno sobre o assunto abordado e passa a se tornar o processo de significação.

“Os significados são vistos como polissêmicos e polifônicos, criados na interação social e então internalizados pelos indivíduos. Além disso, o processo de aprendizagem não é visto como a substituição das velhas concepções, que o indivíduo já possui antes do processo de ensino, pelos novos conceitos científicos, mas como a negociação de novos significados num espaço comunicativo no qual há o encontro entre diferentes perspectivas culturais, num processo de crescimento mútuo. As interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de construção de significados (Mortimer & Scott, 2002, p. 284)”.

Ainda em relação ao processo de significação conceitual, Santos e Mortimer (2000) afirmam que aprender ciência é um processo complexo, lento e infundável, visto que os conceitos serão sempre ampliados e aprimorados, entretanto, algumas pesquisas têm revelado que as crianças conseguem desenvolver com alto grau de complexidade diferentes capacidades intelectuais e práticas, a partir da vivência coletiva da experiência social intencionalmente organizada (Mello, 2010).

METODOLOGIA

A pesquisa relatada neste artigo é de natureza qualitativa e de caráter interventiva. Foi solicitada a permissão dos responsáveis legais dos estudantes para a participação no projeto, e, durante todo esse trabalho, os alunos tiveram suas identidades preservadas, sendo que, para isso, nomes fictícios foram utilizados. Também foi realizado um tratamento destinado a esconder os rostos dos estudantes nas imagens compartilhadas neste trabalho, a fim de não possibilitar qualquer tipo de identificação. A intervenção foi realizada no segundo semestre de 2016 em uma turma de quinto ano do ensino fundamental de uma escola da rede municipal de Vitória, no Espírito Santo, no turno vespertino, que contava com 21 estudantes, sendo 12 meninos e 9 meninas.

A aula analisada nesta pesquisa é parte de uma dissertação de mestrado profissional, na qual foi desenvolvida uma sequência de ensino investigativa (SEI) com base em Carvalho (2013), sobre o tema interação radiação ultravioleta-corpo humano. Em todas as aulas, foram estruturados objetivos educacionais em termos dos conteúdos: conceitual (C), procedimental (P) e atitudinal (A), baseado em Pozo e Gómez-Crespo (2009). Esses objetivos educacionais foram definidos tomando por base a concepção de que a aprendizagem em ciências envolve a inserção de estudantes em uma nova cultura (uma nova forma de pensar) que tem seus próprios códigos, práticas e formas de comunicação. Por conseguinte, o conhecimento científico envolve a apropriação de conceitos, de atitudes científicas e de procedimentos por meio da linguagem.

A SEI teve um total de nove aulas, sendo que, em cinco delas, foram propostas atividades investigativas, todas com duração de uma aula, as quais envolveram basicamente: (i) entendimento sobre o funcionamento do protetor solar, bronzeador e hidratante (aula analisada nesta pesquisa); (ii) discussão sobre a dissociação entre a luz visível, infravermelho e ultravioleta; (iii) investigação sobre alguns mitos relativos à RUV como: estamos protegidos da RUV na sombra? E dentro da água? E em dias nublados?; (iv) observação

de células afetadas e não afetadas pela Radiação Ultravioleta (RUV); e (v) dissecação do olho de boi para investigar como a RUV pode afetar algumas estruturas do olho, como na relação entre oxidação de proteínas induzida pela radiação, que contribui para a opacificação do Cristalino, resultando na doença conhecida como Catarata.

As situações-problema elaboradas para as aulas em que foram propostas as atividades investigativas estão atreladas a um tema sociocientífico central: o câncer de pele originado por exposição prolongada à radiação ultravioleta. Esse tema norteou todas as ações e estabeleceu um vínculo entre as aulas elaboradas na intervenção cujo recorte gerou esta pesquisa. Ao assumir o enfoque CTS na SEI, optou-se por evidenciar um tema de relevância social e que está inserido na realidade dos estudantes, de modo que as investigações realizadas ao longo das aulas pudessem conduzi-los a caminhos que culminassem na adoção de um posicionamento crítico diante de uma questão social sobre as medidas protetivas relativas à exposição ao Sol, que está correlacionada aos saberes científicos da interação radiação-corpo humano.

A SEI desenvolvida foi submetida a processos de validação por pares, realizados durante o seminário ofertado em um Programa de Pós-Graduação: formação de educadores em ciências em contextos escolares e não escolares, no segundo semestre do ano de 2016, e contou com professores mestrands em educação, com a formação em licenciatura em Física e em Biologia. Foram feitos apontamentos a respeito do número de atividades em cada aula, tempo de duração de cada momento e das propostas de avaliação. Essa etapa priorizou o olhar profissional dos avaliadores, em que se almejou melhorias e adaptações na sequência de ensino, na perspectiva conceitual e das práticas educativas, a partir do conhecimento teórico e prático dos avaliadores. Além disso, os participantes desse processo buscaram avaliar o potencial investigativo das atividades propostas na SEI. Essa também foi validada por uma graduanda em ciências biológicas e por uma professora de ciências da instituição que desenvolvia um projeto extracurricular com os estudantes da turma em que a intervenção foi realizada. Elas trouxeram apontamentos relacionados à linguagem empregada, conceitos a serem abordados, em especial aos biológicos, além de contribuições para a construção das atividades. Somente depois desse processo que as atividades foram desenvolvidas na sala de aula do quinto ano do ensino fundamental.

Durante uma conversa pré-intervenção com os alunos, foi feita uma introdução ao tema interação radiação ultravioleta-corpo humano. Nesse momento, foi solicitado aos estudantes que elaborassem um relato contando suas experiências sobre exposição ao Sol. A análise das produções revelou um elevado número de situações envolvendo idas à praia com longas horas de exposição ao Sol sem protetor solar, que resultaram em queimaduras e em vermelhidão. O protetor solar foi a medida protetiva mais citada e sua pouca utilização justificou a escolha por analisar, nesta pesquisa, a aula que abordou o princípio de funcionamento desse produto. A contextualização referente ao protetor suscitou que fosse investigado outros produtos desenvolvidos para proteção da exposição ao Sol, cada qual com suas funções específicas. Saber qual desses itens usar, quando e como é essencial, além de potencializar a análise crítica da realidade para a tomada de decisão socialmente responsável por parte dos estudantes e de seus familiares. É importante assinalar que, desde o planejamento das atividades até a implementação da SEI em sala de aula, essa intervenção assume um caráter colaborativo. Na maioria das aulas, em uma perspectiva que se aproxima da *codocência*², estavam presentes a professora regente da turma, uma estagiária de Ciências Biológicas, a professora de ciências (com a qual os estudantes desenvolvem o projeto extracurricular) e o professor de Física que realizava sua pesquisa de mestrado profissional.

A aula em foco foi intitulada de “A Luz Negra” e foi conduzida, em maior parte do tempo, pelo professor de Física. Essa atividade foi planejada, a fim de ser aplicada em uma aula e pode ser caracterizada como uma demonstração investigativa³, pois envolve uma situação problema de caráter prático experimental, mas a maioria das ações é desenvolvida pelo professor, devido aos riscos que a manipulação indevida pode oferecer aos estudantes (Carvalho, 2013). Para sua realização, os seguintes materiais foram utilizados: Braço de manequim (pintado com tinta fluorescente), lâmpada de luz negra, protetor solar, bronzeador e hidratante. A parte prática consistiu basicamente em expor um braço de manequim pintado com tinta fluorescente

² Segundo Silva e Corrêa (2016, p.9853), a *codocência* envolve “a situação em que dois ou mais professores participam da docência em conjunto, planejando as aulas e mesmo ministrando-as para uma classe”.

³ Podemos assumir, segundo Carvalho (2018), que essa atividade se constitui como sendo de nível 2 de abertura, na qual o professor se mostra mais dialógico na tentativa de engajar os estudantes no processo de levantamento e teste de hipóteses, de construção de modelos explicativos assumindo uma postura pedagógica que reconhece a importância de ampliar a liberdade intelectual do estudante para a construção do conhecimento científico na sala de aula.

(comprada em casas de material de construção) à luz emitida pela lâmpada de luz negra. Ao fazer isso, a parte pintada brilha intensamente.

Entretanto, ao passar o protetor solar em algum lugar dessa área, o brilho cessa, criando uma região escura. Ao aplicar o bronzeador, nota-se certa diminuição do brilho, mas não totalmente, enquanto o hidratante não causa qualquer interferência. A radiação ultravioleta emitida pela lâmpada induz a fluorescência da tinta do braço. O protetor solar impede que a tinta receba essa radiação ao absorvê-la, deixando a região escura. O bronzeador não bloqueia com a mesma eficiência, logo, permite a passagem de certa quantidade de radiação e o hidratante não tem a capacidade de impedir a RUV de chegar até a tinta.

Do ponto de vista conceitual, o objetivo era que os alunos compreendessem a interação entre a radiação ultravioleta e os diferentes produtos de proteção e também entender o que é o fator de proteção solar. A demarcação dos objetivos da atividade em relação às atitudes e aos procedimentos no contexto da SEI toma como base o sistema categórico proposto por Souza Jr (2014), conforme apresentado no Quadro 1. Esse sistema categórico tem inspiração nos pressupostos de Pozo e Gómez-Crespo (2009) sobre a natureza desses conteúdos na educação científica e também será utilizado na análise de dados.

Para atividade investigativa “A luz negra”, que é objeto desta pesquisa, os conteúdos atitudinais procedimentais almejados foram: (i) atitudinais - Dialogar e respeitar as diferenças de ideias e pensamentos; e Desenvolver um posicionamento crítico e investigativo perante a situação-problema; (ii) Procedimentais - Construir modelos explicativos; Elaborar hipóteses; e Testar hipóteses.

Quadro 1 – Conteúdos procedimentais e atitudinais no contexto da SEI Fonte: Souza Jr (2014).

Conteúdos	Categorias	Subcategorias
Atitudinal	Atitudes com respeito à ciência	A1: Ter um posicionamento crítico e investigativo perante à situação-problema
	Atitudes com respeito à aprendizagem de ciências	A2: Trabalhar em grupo de forma colaborativa A3: Buscar o diálogo entre os estudantes respeitando as diferenças
Procedimental	Aquisição da informação	P1: Estruturar ideias por meio de desenho, linguagem escrita, ou linguagem oral
	Interpretação da informação	P2: Interpretar ideias estruturadas e executar procedimentos
	Análise da informação e realização de inferências	P3: Elaborar hipóteses P4: Desenvolver/aplicar modelos explicativos P5: Testar hipóteses
	Compreensão e organização conceitual da informação	P6: Realizar inferências P7: Construir sínteses P8: Fazer generalizações para outros contextos
	Comunicação da informação	P9: Realizar exposição oral P10: Elaborar relatório

Esta pesquisa tem como fonte natural de dados os eventos ocorridos no espaço escolar, logo, as videografações evidenciando as interações discursivas entre professor e estudantes possuem um papel fundamental nesse contexto. Em relação à importância das videografações em pesquisas qualitativas no âmbito educacional, Carvalho (2004, p.10) nos diz que:

“Queremos interpretar a fala, a escrita, os gestos e ações dos professores e alunos durante as aulas e para a análise destas diferentes linguagens ocorridas durante o ensino à transcrição é um instrumento essencial. Detalhes de linguagem ou mesmo a coerência entre a linguagem oral e o gestual pode passar despercebido numa análise direta do áudio ou do vídeo ficando mais claras nas transcrições”.

Nas videografações, procuramos o que Carvalho *et al.* (1993) denominam de “episódios de ensino”, que consistem em momentos específicos de uma aula que explicitam uma situação a qual se deseja investigar. É importante destacar que os eventos de uma sala de aula não ocorrem de maneira linear, logo, um episódio de ensino não precisa ser necessariamente contínuo, ou seja, ele pode ser interrompido e retomado em outro momento. Nos cinco episódios apresentados nesta pesquisa, foram feitas transcrições fiéis das interações discursivas, destacando a linguagem verbal e não verbal, em que buscou evidenciar o processo de construção conjunta de conhecimentos relativos à interação entre a radiação ultravioleta-corpo

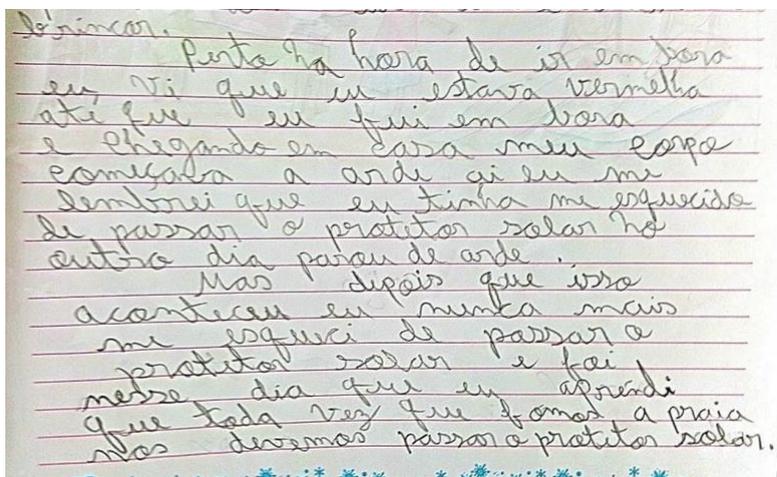
humano e os diferentes produtos de proteção. Além disso, buscamos refletir sobre elementos da prática científica, especificamente atitudes e procedimentos as quais pudessem ser potencializados nessa aula fundamentada no ensino por investigação. Ao longo dos episódios, na busca da compreensão do processo de construção de significados, a atenção às palavras que circulavam na sala de aula foi fundamental, pois essas constituem signos fundamentais no processo de significação (Vigotski, 2011). Associadas ao discurso oral, os gestos podem ser encarados como mais uma linguagem utilizada por estudantes e professores no processo de construção de conhecimento na sala de aula (Sasseron, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os enunciados analisados nesse momento foram extraídos das interações discursivas da aula “A Luz negra” que foi transcrita e organizada em 5 episódios que demarcam a forma como a atividade de caráter investigativo foi desenvolvida na sala de aula. Os códigos (A1, A2, P1, P2...) referentes a cada uma das subcategorias do sistema construído por Souza Jr (2014) serão utilizados, a fim de identificar os momentos nos quais elas aparecem nas interações discursivas.

Episódio 1: o problema inicial

“A Luz Negra” foi a segunda aula da SEI e a primeira em que foi proposta uma demonstração investigativa. Na primeira aula, o professor solicitou aos estudantes que elaborassem um relato contando suas experiências sobre exposição ao Sol. Grande parte dos relatos apresentou situações envolvendo idas à praia com longas horas de exposição aos raios solares sem protetor solar, ocasionando queimaduras e vermelhidão, como observado no relato feito por Paloma (figura 1). Essa aula constitui um momento importante para iniciar o processo de aproximação entre a experiência dos estudantes com os conhecimentos científicos a serem compartilhados na sala de aula. Esse é um aspecto importante do enfoque CTS no ensino de ciências, pois a “ciência é trazida ao mundo do estudante numa base de necessidade de saber, em vez de seguir a expectativa convencional de que o estudante deve entrar no mundo da ciência para adotar a visão de um cientista” (Aikenhead, 2009, p. 22).



Fonte: os autores.

Figura 1 - Relato feito por Paloma: “Perto da hora de ir embora eu vi que eu estava vermelha até que eu fui embora e chegando em casa meu corpo começava a arde [sic] aí eu me lembrei que eu tinha me esquecido de passar o protetor solar no outro dia parou de arde [sic]. Mas depois que isso aconteceu eu nunca mais me esqueci de passar o protetor solar e foi nesse dia que eu aprendi que toda vez que fomos [sic] a praia nós devemos passar o protetor solar”.

Assim, o professor inicia a aula “A luz negra” organizando os estudantes em semicírculo, de modo que todos pudessem ver um ao outro, e que pudessem se posicionar de forma equidistante dos materiais que seriam utilizados na atividade. Posteriormente, ele sistematiza elementos fundamentais do relato dos discentes que estavam associados ao excesso de exposição ao Sol sem proteção. Depois dessa

contextualização, o professor lança uma questão, com o intuito de que eles comecem a pensar sobre o funcionamento do protetor solar.

Quadro 1 – interações discursivas do primeiro episódio da aula “A Luz Negra”.

1. Professor: Boa tarde, pessoal, vocês lembram o que a gente conversou aula passada?
2. Turma: sim, sobre o Sol.
3. Professor: Isso! Vocês escreveram um texto e eu li. Muita gente contou que foi à praia e a mãe chamou para passar protetor solar, aí não ouviu e ficou queimado ou algo assim, mas, no geral, falaram muito do protetor. Se eu perguntasse a vocês como funciona o protetor solar, o que vocês responderiam?
4. Jaílson: ele protege contra os raios ultravioleta.
5. Professor: legal, mas como ele protege? Como isso acontece?
6. Jaílson: ((Jaílson gesticula)).
7. Paulo: Ele não deixa o Sol entrar em contato com a sua pele.

Jaílson responde introduzindo um termo da cultura científica escolar que é radiação ultravioleta. Logo depois, o professor apresenta um questionamento que, segundo Mortimer e Scott (2002), tem a intenção de explorar as visões e os entendimentos dos estudantes sobre ideias e fenômenos específicos. Como pode ser observado na imagem da figura 2, Jaílson responde flexionando os braços (uma linguagem não verbal utilizando um gesto), sinalizando não saber explicar. Paulo, ao contrário de Jaílson, não utiliza a palavra radiação para explicar o processo de interação entre o Sol e a pele, indicando assumir um “modelo realístico” (Grosslight, Unger, Jay, & Smith, 1991) a partir do qual a entidade física corresponde à cópia da realidade concreta, ou seja, não é a radiação solar que interage com nossa pele e sim o próprio Sol, evidenciando a dimensão procedimental (P4), na qual o estudante desenvolve seu *modelo explicativo* destinado a situação apresentada.



Fonte: os autores.

Figura 2 – Jaílson gesticula durante a discussão inicial da aula “A Luz Negra”.

A fala de Jaílson sinaliza para uma apropriação da palavra, mas não necessariamente de seu significado conceitual, pois, até aquele momento da aula, o termo raios ultravioleta não havia sido mencionado. Entretanto, o termo é amplamente divulgado em diversos veículos midiáticos ao se referir à exposição ao Sol e seus riscos para venda de produtos diversos que oferecem proteção. Isso pode explicar o fato de o estudante Jaílson introduzir essa palavra ao responder o professor. Essa apropriação da palavra sem a significação científica fica mais evidente no segundo episódio, quando o docente lança um questionamento para a turma envolvendo o termo em questão e os estudantes não indicaram uma compreensão conceitual desse fenômeno, “uma vez que definir um conceito recai sobre outros conceitos tão desconhecidos e complexos para os estudantes como o que se quis definir” (Barbosa & Batista, 2018, p. 51).

Episódio 2: iniciando a demonstração investigativa

O episódio inicia com o anúncio do professor acerca da realização de um experimento voltado a contribuir para o entendimento dos estudantes sobre o princípio do funcionamento do protetor solar. A intenção era engajá-los no desenvolvimento da ‘estória científica’ (Mortimer & Scott, 2002) referente à compreensão sobre o termo ultravioleta e no processo de investigação da interação da radiação ultravioleta com o protetor solar. Inicialmente, foram apresentados os materiais da demonstração e, nesse momento, a lâmpada de luz negra despertou um grande interesse nos estudantes.

Quadro 2 – interações discursivas do segundo episódio da aula “A Luz Negra”.

1. Professor: porque esse nome ultravioleta na lâmpada? O que é uma coisa ultra?
2. Mia: a mais.
3. Professor: exato, ela é a mais, está além da cor violeta! Acima da luz violeta.
4. Professor: que outra coisa emite luz ultravioleta?
5. James: o Sol.
6. Paulo: a Lua.
7. Jaílson ((falando para Paulo)): a Lua não emite, ela só reflete a luz do Sol.
8. Professor: exato! A Lua reflete a luz do Sol ((enquanto aponta para Jaílson)).
9. Professor: se eu passar um pouco de protetor solar nesse braço, o que vocês acham que vai acontecer?
10. Paulo: vai ficar mais escuro porque o protetor vai proteger.
11. Kauã: vai continuar a mesma coisa.
12. Professor: por quê?
13. Kauã: não sei.
14. Professor: Vamos passar um pouco do protetor no braço pra gente vê o que vai rolar.

O professor começa a explorar com os estudantes o sentido etimológico da palavra ultravioleta e, ao concordar com o significado apresentado pelos estudantes, busca explorar outras fontes de radiação ultravioleta. Nesse momento, dois estudantes apresentam ideias controversas, mas o professor acaba encerrando as discussões selecionando o significado do enunciado por Jaílson (que incorpora dois termos da linguagem científica relativos à ondulatória: reflexão e emissão, empregados em conformidade com o conhecimento científico escolar) para dar continuidade ao processo investigação sobre a interação da radiação ultravioleta com produtos de proteção, nesse caso, o protetor solar. Ao apresentar a situação-problema, evidenciado no turno de fala 9, os alunos Kauã e Paulo *elaboram hipóteses* (P3) e *realizam exposições orais de seus pensamentos* (P9). Entretanto, ao tentar explorar o entendimento dos discentes, Kauã não consegue explicar o porquê de a tinta contida no braço do manequim continuaria com o mesmo brilho. Posteriormente, o professor convida os estudantes a participarem do processo de *teste de hipóteses* (P5) ao propor que o protetor solar fosse colocado sobre o braço do manequim pintado.

Episódio 3 – analisando o resultado obtido

Neste episódio, o professor, junto com os estudantes, começa a construir as evidências da investigação.

Quadro 3 – interações discursivas do terceiro episódio da aula “A Luz Negra”.

1. Professor: por que onde passei o protetor ficou mais escuro?
2. Paulo: Porque protege dos raios ultravioleta.
3. Professor: e aí, por que onde passei o protetor não está brilhando?
4. Paulo: se ele protege contra os raios do Sol, protege também contra essa lâmpada aí.
5. Professor: Porque onde eu passei o protetor ficou escuro e o restante do braço ficou brilhando?
6. Mário: porque o protetor fez ele mudar de cor, os raios ultravioleta.
7. Jomar: eu tenho uma teoria bem simples que o protetor solar simplesmente ele tipo faz uma espécie de camada, que protege da radiação do Sol.
8. Jociene: o protetor solar refletiu a luz, ele não absorveu, não deixou chegar na pele.

As interações discursivas evidenciam a maneira pela qual o professor, por meio das questões desenvolvidas na sala de aula, potencializou o debate e a interação dialógica na sala de aula, permitindo que *as diferentes ideias e pensamentos* (A3) circulassem naquele espaço sociocultural. Os enunciados de Paulo

demonstram a *estruturação de suas ideias* e a *exposição por meio de linguagem oral* (P1 e P9), além de *generalizar* o efeito da radiação solar para o contexto da lâmpada (P8), como pode ser visto no enunciado de Jocione no turno de fala 8.

Em seus enunciados, Jomar e Jocione *expõem oralmente* (P9) os *modelos explicativos* que desenvolveram (P4) para a situação-problema, que, de certa forma, estão correlacionadas. De fato, o protetor solar forma uma camada sobre a derme, a qual absorve a radiação ultravioleta e, conseqüentemente, impede que ela atinja a pele. O modelo construído por Jomar evidencia a estrutura da camada protetora sobre a pele, que é reforçado por meio de gestos (conforme pode ser observado na imagem da figura 3), mas não enuncia como ocorre efetivamente essa proteção. O enunciado de Jocione carrega dois termos da linguagem científica, também relativos à ondulatória: *reflexão* e *absorção*, sendo esse último inédito até aquele momento da aula. Para Jocione, o protetor solar impediu a chegada da luz à pele por meio da *reflexão*, e não da *absorção*. Essa construção se mostra mais complexa em relação aos enunciados que circularam até então na sala de aula e sinaliza, de certa forma, para o modelo aceito cientificamente, se considerarmos que o bloqueador solar (produto não problematizado na atividade realizada) protege a pele refletindo a RUV, diferente do protetor solar, o qual a absorve.



Figura 3 – Jomar gesticula sobre o protetor formando uma camada sobre a pele. **Fonte:** os autores.

Com o fim da discussão, foi realizada a etapa de sistematização pelo professor sobre o funcionamento do protetor solar a partir dos enunciados dos alunos, em especial, dos termos citados por Jocione e Jomar.

“Após as discussões e reflexões, é a vez do professor sistematizar as explicações dadas ao fenômeno, preocupando-se em enfatizar como a ciência descreve e, algumas vezes, quando necessário, chegando às representações matemáticas que descrevem o fenômeno (Azevedo, 2004, p. 27)”.

Ao final desse processo dialógico voltado a construir compreensão sobre o funcionamento do protetor solar, o professor estabelece a seguinte sistematização:

Quadro 4 – etapa de sistematização sobre o funcionamento do protetor solar.

1. Professor: muito bom, acho que podemos juntar as explicações de vocês dois em uma só. A luz tava batendo aqui na tinta, que absorveu e refletiu, por isso estava brilhando. Agora, quando eu passei o protetor, Jomar falou que formou uma camada, igual quando você passa protetor no seu braço, forma uma camada do produto sobre a sua pele. Mas como ele vai realmente proteger sua pele? Ou seja, como ele vai evitar que você receba a radiação solar? Ele forma uma barreira, impedindo que a tinta receba a luz ultravioleta da lâmpada. Se ela não recebe luz, tem como ela brilhar?
2. Turma: não!
3. Professor: por isso que onde eu passei não brilhou, mas nas partes que eu não passei, continuou brilhando, porque continuou recebendo radiação. Como vocês disseram bem, quando eu formei a camada sobre a tinta, eu impedi que ela recebesse a luz, mas onde não passei continuou recebendo e refletindo a luz. Acontece a mesma coisa quando você passa protetor no seu braço, a barreira impede que você receba a radiação.

O professor, com base no conhecimento científico, estabelece a correlação com o fenômeno estudado, ou seja, disponibiliza “as ideias científicas (incluindo temas conceituais, epistemológicos, tecnológicos e ambientais) no plano social da sala de aula” (Mortimer & Scott, 2002, p. 286). Desta forma, a

discussão estabelecida com os estudantes foi para que eles compreendessem que a radiação ultravioleta emitida pela lâmpada induzia a fluorescência da tinta do braço, e que o protetor solar impede que a tinta receba essa radiação ao absorvê-la, deixando a região escura.

Episódio 4 – problematizando outros produtos

Após o momento de sistematização sobre o funcionamento do protetor solar, o professor estabelece um debate com os estudantes para diferenciar este produto de outros que são utilizados na pele. O professor começa a problematizar o hidratante e, posteriormente, direciona a discussão para o bronzeador. Logo após a discussão prévia, os estudantes são convidados a pensar nas diferenças das propriedades do protetor e do hidratante.

Quadro 5 – interações discursivas do quarto episódio da aula “A Luz Negra”.

1. Professor: Qual a diferença entre um protetor solar e um hidratante qualquer?
2. Paulo: É que o hidratante não vai ter a mesma propriedade do protetor solar.
3. Professor: que propriedade é essa?
4. Paulo: eles colocam alguma coisa pra [sic] proteger.
5. Professor: qual o produto que eles colocam no protetor solar?
6. ((Espero para ver se algum estudante propõe algo, mas a turma fica em silêncio)).
7. Professor: e o bronzeador?
8. Paulo: é a mesma coisa, só que um pouco menos.
9. Professor: então vamos investigar o que acontece, se eu passar esses produtos no nosso braço aqui.
10. Mia: o bronzeador é mais líquido, aí faz uma camada mais fina.

11. Professor: Olha, ela disse aqui que o bronzeador é mais líquido, por isso fez uma camada mais fina. Foi isso que aconteceu com o braço quando eu passei o bronzeador?
12. Turma: brilhou menos!
13. Professor: e o hidratante?
14. Turma: não aconteceu nada!
15. Professor: Quando passei o bronzeador, vocês viram que brilhou um pouco menos, mas não igual o protetor? Vocês mesmos já disseram, o bronzeador é mais líquido, faz uma camada mais fina, o protetor é mais cremoso, faz uma camada mais espessa.

No início da discussão, Paulo apresenta um *modelo explicativo* (P4) e, na tentativa de ampliar a explicação do estudante, o professor lança uma questão e Paulo, em sua resposta, sinaliza para a ideia de que a proteção oferecida pelo protetor é oriunda de alguma substância adicionada a sua fórmula, e isso o diferencia dos demais produtos. O enunciado de Paulo sinaliza para o fato do protetor solar precisar de uma formulação específica para seu funcionamento, mesmo sem saber especificar exatamente qual o elemento responsável pela proteção, essa resposta foi importante para o professor continuar a explorar a ideia dos estudantes sobre as substâncias presentes nesses produtos. A partir de então, o professor pergunta sobre o funcionamento do bronzeador e Paulo responde que “é a mesma coisa, só que um pouco menos”, em que ele demonstra entender que o bronzeador fornece certa proteção, inferior à oferecida pelo protetor solar, devido ao fato de ter menos dessa “alguma coisa” que é adicionada ao protetor.

Posteriormente, os estudantes são reunidos ao redor da mesa para a aplicação no braço do manequim dos produtos mencionados. Após esse momento, foi pedido aos alunos que retornassem às suas carteiras, a fim de que se iniciasse a construção de evidências sobre o teste com os produtos. Porém, uma aluna esperou todos se sentarem para falar com o professor, como aparece na imagem da figura 4. Mia elabora um *modelo explicativo* (P4) e o *expõe oralmente* (P9) somente para professor (e não para a turma toda), e, em seguida, retorna a seu lugar. Para esse momento, Mia não se sentiu tão confiante para apresentar a sua explicação à toda a turma, apesar da organização do ambiente da sala de aula ser estabelecido para potencializar os momentos dialógicos. Não temos evidências empíricas voltadas a compreender com maior profundidade essa atitude de Mia, mas nos faz pensar como a personalidade dos estudantes e até mesmo o fato de o professor não ser o regente da turma desde o início do ano letivo podem interferir no engajamento dos estudantes nos processos interativos estabelecidos na sala de aula

Apesar da atitude de Mia, ao dizer que: “o bronzeador é mais líquido, aí faz uma camada mais fina”, a estudante pode ter construído o seu modelo baseado na sistematização do professor, evidenciado no episódio anterior quando, a partir do discurso dos estudantes, ele explica o funcionamento do protetor solar. A resposta de Mia recupera a ideia introduzida pelos estudantes e sistematizada pelo docente acerca da maneira como o produto age tal qual uma barreira física. A estudante chama a atenção para a consistência do produto dando a entender que, quanto mais fina é essa camada, mais facilmente a radiação a transporia,

o que explicaria o brilho mais acentuado do bronzeador em relação ao protetor. Essa resposta aponta para uma possível apropriação do modelo de camada de proteção (barreira física) que foi *generalizado para outro contexto* (P8), nesse caso, para outro produto testado, o bronzeador.



Fonte: os autores.

Figura 4 – Mia elaborando sua hipótese sobre o funcionamento do bronzeador.

O professor, diante da atitude introspectiva de Mia, e considerando a importância do significado compartilhado em seu modelo explicativo (sobre a camada de proteção), repete a sua ideia para toda a turma, a fim de dar continuidade a exploração da atividade de investigação com os diferentes produtos. O professor queria construir o entendimento com os estudantes que o bronzeador não bloqueia com a mesma eficiência como o protetor solar, logo, permite a passagem de parte da radiação, por isso seu fator de proteção solar (FPS) normalmente não passa de 6 e o hidratante não tem a capacidade de impedir a RUV de chegar até a tinta do braço do manequim.

Episódio 5 – discussão sobre o fator de proteção solar

Este episódio se inicia com o questionamento sobre o fator de proteção escrito no rótulo do protetor solar e do bronzeador.

Quadro 6 – interações discursivas do quinto episódio da aula “A Luz Negra”.

1. Professor: No bronzeador, está escrito fator de proteção 6 e no protetor 30. O que significa isso?
2. Paulo: que a força... O protetor solar é bem mais forte que o bronzeador.
3. Professor: mas o que você quer dizer com mais forte?
4. Paulo: mais forte assim... De te proteger do Sol. O fator 30 é bem mais forte e vai proteger bem mais que o outro.
5. Professor: Então pessoal, o fator de proteção não está relacionado com a “força” do bloqueio, ele está relacionado com o tempo que você pode ficar exposto. Imagine um cara que está sem proteção nenhuma, está só de sunga de praia. Ele sobe na laje, fica lá no Sol, e em 10 minutos ele fica vermelho.
6. Breno: ele deve ser muito branco né, transparente, igual ao Carlos (os estudantes começam a dar risada).
7. Professor: Um cara que fica vermelho em 10 minutos, se ele passar um protetor fator 30, ele vai poder ficar 30 vezes mais tempo exposto ao Sol sem sofrer os efeitos, ou seja, 30 x 10, que dá... (Turma discute o resultado da conta e responde depois de certo tempo que é igual a 300).
8. Professor: Isso, 300. Eu sei que vocês sabem, só ficaram nervosos. 300 minutos é igual a 5 horas. Mas aí você pode pensar: nossa, posso ficar 5 horas no sol e não vou me queimar?
9. Turma: NÃO!
10. Professor: por que não?
11. Paulo: porque, se você se molhar, o protetor vai sair.
12. Professor: exato! Se eu me molhar, o protetor vai sair, se você suar, passar uma toalha, passar a mão no rosto... Você retira o produto, e aí a proteção vai diminuindo.
13. Lívia: quando a gente vai na praia, minha mãe fala pra passar o protetor e ficar um tempo no sol pra poder secar e não sair na água. Por quê?
14. Professor: Logo que você passa o produto, existe um tempo pra ele aderir a sua pele. Vocês já ouviram falar que tem que passar o protetor uns 10 minutos antes de sair de casa?
15. Turma: SIM!
16. Professor: então, é o tempo do produto fixar na sua pele.

O professor inicia esse momento da aula com uma questão que visava a explorar a compreensão dos estudantes sobre os fatores de proteção. Paulo prontamente elaborou *uma hipótese (P3)* e *a expõe oralmente (P9)*. Seu enunciado (turno 2) apresenta a palavra força destinada a explicar que o protetor solar tem um fator de proteção maior que o bronzeador. O professor tenta explorar mais a ideia de força apresentada por Paulo que responde: “mais forte assim... De te proteger do Sol. O fator 30 é bem mais forte e vai proteger bem mais que o outro”. Esse discurso evidencia a compreensão de que, quanto maior o FPS, maior a capacidade de proteção oferecida por um produto. A palavra “força” tem sentido de intensidade em seu discurso e o professor repete essa palavra, com o intuito de introduzir a ideia na sala de aula de que, na verdade, o FPS está relacionado com o tempo de proteção e não com a capacidade de proteger a pele. O professor explora o sentido atribuído pelo estudante, possivelmente reconhecendo que os discentes comumente utilizam, de maneira indiferenciada, os conceitos de força e de energia (Pozo & Gómez-Crespo, 2009), que, geralmente, estão associadas à ideia de intensidade e de produção de algum efeito perceptível. Ao longo do processo de escolarização, a ideia de força deve ser novamente explorada em diferentes momentos com esses estudantes (o que não era o foco dessa intervenção educacional), fato que pode contribuir para a formação desse conceito, pois compreendemos que as palavras estão imbricadas em uma complexa rede de sentidos (Trazzi & Oliveira, 2016).

Após a explicação sobre o fator FPS, o professor, junto com os estudantes, continua investigando a relação da exposição prolongada ao sol e o uso do protetor solar. O professor explora, baseado nas experiências dos estudantes, o fato do tempo de proteção ser reduzido ao entrar na água, secar com uma toalha, passar a mão no rosto, entre outras ações. Nesse momento, a estudante Lívia introduz uma nova questão no plano social da sala de aula apresentando *um posicionamento crítico e investigativo (A1)*, que é levado em consideração pelo professor, a fim de dar continuidade às discussões sobre o uso do protetor solar. As interações discursivas apresentadas nesse episódio evidenciam o enfoque CTS na atividade “Luz negra”, pois o professor, junto com os estudantes, engajou-se na análise de situações vivenciadas no cotidiano, avaliando os riscos e as consequências da má utilização do protetor solar durante a exposição ao Sol. Entretanto, é importante destacar que o desenvolvimento da consciência voltada à tomada de decisão socialmente responsável constitui um processo complexo e “tem caráter predominantemente subjetivo. Assim, não se pode querer que a tomada de decisão siga passos rígidos como na solução de questões acadêmicas” (Santos & Mortimer, 2001, p.102). A mudança de atitude não é imediata, envolve muitas variáveis e não pode ser alcançada apenas por meio de uma única intervenção escolar, entretanto é fundamental que, ao longo do processo de escolarização, o foco no desenvolvimento dessas atitudes seja mantido, com o intuito de empoderar os estudantes na participação de forma plena nesses debates e na tomada de decisões, ou posicionamentos por meio de saberes adquiridos pelas diferentes culturas, dentre elas, a científica escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As interações discursivas desenvolvidas nesse estudo analisadas sob a perspectiva de referenciais segundo Sasseron (2015), Sá *et al.* (2007) e Azevedo (2004) nos revelam que a aula “A Luz Negra” se caracterizou como sendo investigativa. Isso porque a postura assumida pelo professor na sala de aula permitiu o engajamento dos estudantes na realização de debates, na promoção da argumentação e de outros procedimentos típicos do “fazer científico”, como elaboração e teste de hipóteses, e a construção de modelos explicativos e a sua comunicação, assim como a possibilidade de estabelecer generalizações destinadas a outros contextos. Do ponto de vista das atitudes potencializadas na aula, destacamos que o caráter dialógico da mediação estabelecida pelo professor permitiu que as diferentes “vozes” circulassem na sala de aula e fossem respeitadas, permitindo, em vários momentos, dar sentido às experiências cotidianas dos estudantes que puderam contribuir, principalmente no último episódio, para o desenvolvimento do posicionamento crítico e investigativo voltado a compreender e significar ações cotidianas.

Analisando os significados relativos à compreensão da interação radiação ultravioleta com os diferentes produtos de proteção para a pele, nota-se uma hibridização de termos do discurso científico e do discurso cotidiano (Crepalde & Aguiar Júnior, 2013), em enunciados como “O protetor solar é bem mais forte que o bronzeador” ou “ele tipo faz uma espécie de camada, que protege da radiação do Sol”. Esses enunciados sugerem apropriação do discurso alheio oriundo dos debates realizados ao longo da atividade, ou seja, o processo de hibridização dos discursos nos ajuda a compreender que no processo de significação há o encontro entre diferentes perspectivas culturais (cultura científica escolar e cultura cotidiana), num processo de crescimento mútuo e complexo no qual “[...] o conceito espontâneo, ao colocar-se entre o

conceito científico e o seu objeto, adquire toda uma variedade de novas relações com outros conceitos, e ele mesmo se modifica em sua relação com o objeto” (Vigotski, 2009, p. 358). Devido à complexidade envolvida no pensamento conceitual, são encontradas grandes lacunas entre as formas cotidianas de pensar dos estudantes e os conceitos científicos envolvidos na interação radiação ultravioleta com os produtos de proteção da pele, por isso, a aprendizagem se configura como processo desafiador para os estudantes, principalmente nos anos iniciais do ensino fundamental.

Na aula analisada nesta pesquisa, reconhecemos que a maior parte das interações discursivas ocorreu entre professor-aluno. Esse fato pode ter relação com: (i) o tipo de atividade realizada, a demonstração investigativa, pois nessa modalidade é o professor quem executa ações a partir das colocações dos estudantes, o que pode acabar intensificando esse tipo de interação em relação à interação aluno-aluno, que até ocorreu, como destacado no episódio 2, mas em menor número; e (ii) o nível de abertura do problema, o nível 2, o qual caracteriza-se pela busca pelo engajamento dos estudantes no processo de solução do problema, é menor em relação aos níveis 3 e 4 apontados por Carvalho (2018), o que não desvaloriza a atividade realizada, uma vez que o processo de enculturação dos alunos passa pela construção de conteúdos procedimentais e atitudinais, de diferentes formas e em diferentes ritmos.

Com relação ao enfoque CTS, alguns aspectos importantes atrelados à relação tecnologia-sociedade não foram explorados, como por exemplo, a questão do preço do protetor solar. Reconhecemos a pertinência dessas discussões e, para uma possível reaplicação da atividade, elevar o grau de abertura do problema e abarcar mais elementos do tripé Ciência-Tecnologia-Sociedade apresentam-se como dois desafios a serem contemplados em pesquisas futuras.

A atividade de caráter investigativo e de cunho sociocientífico visava à inserção dos estudantes em práticas típicas da cultura científica para a construção de conhecimento na sala de aula. Para isso, o professor estabeleceu objetivos educacionais que extrapolaram os aspectos conceituais do conteúdo científico, dimensão essa que é mais evidenciada e valorizada nas salas de aula de ciências. O planejamento e o desenvolvimento da aula em evidência nesta pesquisa parecem ir ao encontro do que afirmam Santos e Mortimer (2001, p.107): “se desejarmos preparar os alunos para participar ativamente das decisões da sociedade, precisamos ir além do ensino conceitual, em direção a uma educação voltada para a ação social responsável, em que haja preocupação com a formação de atitudes e valores”. Somado a isso, consideramos que a postura do professor tenha sido fundamental para que os estudantes fossem introduzidos, além do modo de pensar, aos modos agir e fazer da ciência. Isso implica novas perspectivas de ação do docente na sala de aula reconhecendo que, tanto ele, quanto os estudantes compartilham a responsabilidade de aprender e colaborar com a construção do conhecimento.

Para o ensino de ciências nos anos iniciais, portanto, consideramos que este estudo apresenta contribuições importantes por apostar em uma abordagem a qual busca aproximar os estudantes às práticas típicas da produção de conhecimento científico articulado a um tema transversal que apresenta implicações voltadas à saúde pública. As evidências construídas nesta pesquisa apontam para a possibilidade de trabalhar temas nessa perspectiva nos anos iniciais, o que permite romper com uma visão fragmentada das ciências naturais e até mesmo para ampliar a compreensão do conhecimento científico que não se resume ao seu aspecto conceitual.

REFERÊNCIAS

- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein ...Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397–419. <http://doi.org/10.1002/sce.10118>
- Aikenhead, G. (2009). *Educação Científica para todos*. Lisboa, Portugal: Edições Pedagogo.
- Auler, D. (2003). Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 5(1), 1-16. Recuperado de: http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v5_n1/516.pdf
- Azevedo, M. C. P. S. (2004). Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In A. M. P. Carvalho (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática* (pp.19-33). São Paulo, SP: Pioneira Thomson Learning.

- Azevedo, R. O. M. (2008). *Ensino de ciências e formação de professores: diagnóstico, análise e proposta*. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências. Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, AM. Recuperado de <http://www.pos.uea.edu.br/data/area/titulado/download/10-16.pdf>
- Barbosa, R. G., & Batista, I. L. (2018). Vygotsky: Um referencial para analisar a aprendizagem e a criatividade no ensino da física. *Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências*, 18(1),49–67. <http://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec201818149>
- Barrow, L. H. (2006). A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), 265–278. <http://doi.org/10.1007/s10972-006-9008-5>
- Bazzo, W. A., Von Linsingen, I., & Pereira, L. T. V. (2000). O que são e para que servem os estudos CTS. In *Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia* (p. 1). Ouro Preto, MG. Recuperado de <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/19/artigos/310.pdf>
- Carvalho, A. M. P. (2004). Metodologia de pesquisa em ensino de física: uma proposta para estudar os processos de ensino e aprendizagem. In *Anais do IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física* (p. 1). Jaboticatubas, MG. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/255620479_METODOLOGIA_DE_PESQUISA_EM_ENSINO_DE_FISICA_UMA_PROPOSTA_PARA_ESTUDAR_OS_PROCESSOS_DE_ENSINO_E_APRENDIZAGEM
- Carvalho, A. M. P. C. (2013). *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo, SP: Cengage Learning.
- Carvalho, A. M. P. (2018). Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 765-794. <http://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>
- Carvalho, A. M. P., Garrido, E., Laburú, C. E., Moura, M. O., Santos, M., Silva, D. ... & Gonçalves, M. E. R. (1993). A história da ciência, a psicogênese e a resolução de problemas na construção do conhecimento em sala de aula. *Revista da Faculdade de Educação*, 19(2), 245-256. Recuperado de <http://www.revistas.usp.br/rfe/article/view/33529/36267>
- Carvalho, A. M. P., Gonçalves, M. E., Rey, R. C., Barros, M. A., & Vannucchi, A. I. (1998). *Ciências no Ensino Fundamental: o Conhecimento Físico*. São Paulo, SP: Scipione.
- Crepalde, R. S., & Aguiar Júnior, O. G. (2013). A formação de conceitos como ascensão do abstrato ao concreto: da energia pensada à energia vivida. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18(2), 299-325. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/132/92>
- Colombo Junior, P. D., Lourenço, A. B., Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2012). Ensino de Física nos anos iniciais: análise da argumentação na resolução de uma “Atividade de Conhecimento Físico”. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(2), 489-507. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/200/135>
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. F., & Scott, P. (1999). Construindo conhecimento científico em sala de aula. *Química Nova na Escola*, 9(5), 31-40. Recuperado de <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf>
- Duschl, R. A. (1994). Research on the history and philosophy of science. In D. Gabel (Ed.). *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 443-456). New York, United States of America : MacMillan Publishing Company.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. (1991). Understanding models and their use in science: conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822. <http://doi.org/10.1002/tea.3660280907>
- Jimenez Alexandre, M. P., Pereiro Munoz, C., & Aznar Cuadrado, V. (2000). Promoting reasoning and argument about environmental issues. In G. Hellden (Ed.). *Research in didactics of biology* (pp. 215–229). *Proceedings of the second conference of ERIDOB* (European Researchers in the Didactics of Biology), Sweden: Goteborgs Universitet.
- Kleiman, A. B., & Moraes, S. E. (1999). *Leitura e interdisciplinaridade: tecendo redes nos projetos da escola*. Campinas, SP: Mercado das Letras.

- La Taille, Y. de., Souza, L. S., & Vizioli, L. (2004). Ética e educação: uma revisão da literatura educacional de 1990 a 2003. *Educação e Pesquisa*, 30(1), 91-108. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ep/v30n1/a06v30n1.pdf>
- Lijnse, P. (1995). "Developmental research" as a way to an empirically based "didactical structure" of science. *Science Education*, 79(2), 189–199. <https://doi.org/10.1002/sce.3730790205>
- Lima, M. C. B., & Carvalho, A. M. P. (2003). Linguagem e o Ensino de Física na Escola Fundamental. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(1), 86-97. <http://doi.org/10.5007/%25x>
- Martínez, L. F. P., & Carvalho, W. L. P. (2012). Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas à prática de professores de ciências. *Educação e Pesquisa*, 38(3), 727-741. <http://doi.org/10.1590/S1517-97022012005000014>
- Mello, S. A. (2010). Contribuições de Vigotski para a educação infantil. In S. G de L. Mendonça & S. Miller. (Org.). *Vigotski e a escola atual: fundamentos teóricos e implicações pedagógicas* (pp.193-203). Araraquara, SP: Junqueira e Marin Editores.
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(3), 283-306. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/562/355>
- Okuno, E., & Vilela, M. A. C. (2005). *Radiação Ultravioleta: Características e Efeitos*. São Paulo, SP: Livraria da Física.
- Pinheiro, N. A. M., Silveira, R. M. F., & Bazzo, W. A. (2007). Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência e Educação*, 13(1), 71-84. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n1/v13n1a05.pdf>
- Pizarro, M. V., Barros, R. C. S. N., & Lopes Junior, J. (2016). Os professores dos anos iniciais e o ensino de Ciências: uma relação de empenho e desafios no contexto da implantação de Expectativas de Aprendizagem para Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(2), 421-448. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4380/2946>
- Pozo, J. I., & Gómez-Crespo, M. A. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed.
- Rosa, C. W., Perez, C. A. S., & Drum, C. (2007). Ensino de física nas séries iniciais: concepções da prática docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(3), 357-368. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/465/269>
- Sá, E. F. de., Paula, H. F., Lima, M. E. C. C., & Aguiar Júnior, O. G. de. (2007). As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In *Atas do VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (ENPEC) (p. 1). Florianópolis, SC. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p820.pdf>
- Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino (Bauru)*, 1(n.esp.), 1-12. Recuperado de <http://files.gpecea-usp.webnode.com.br/200000358-0e00c0e7d9/AULA%206-%20TEXTO%2014-%20CONTEXTUALIZACAO%20NO%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20MEI.pdf>
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 2(2), 133-162. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00110.pdf>
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2001). Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência e Educação (Bauru)*, 7(1), 95-111. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/07.pdf>
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2009). Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(2), 191-218. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/355/222>
- Sasseron, L. H. (2013). Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In A. M. P. Carvalho (Org.). *Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula* (pp. 41-61). São Paulo, SP: Cengage Learning.

- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(n. esp), 49-67. <http://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>
- Schroeder, C. (2004). *Um currículo de física para as primeiras séries do ensino fundamental*. (Dissertação de mestrado profissional). Programa de Pós-graduação em Ensino de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/mpef/mestrados/Carlos_Schroeder_2004.pdf
- Silva, G. F. S., & Corrêa, M. (2016). O uso do heurístico da codocência na formação inicial de professores de física. In *Anais do XVIII Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino – MT (p. 9852)*. Cuiabá, MT. Recuperado de http://www.ufmt.br/endipe2016/downloads/233_10115_37038.pdf
- Souza Jr, D. R. (2014). *Ensino de Eletrodinâmica em uma perspectiva investigativa: Analisando os desdobramentos sobre a aprendizagem de estudantes*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES. Recuperado de http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/4788/1/tese_8294_Domingos%20Rodrigues.pdf
- Tiberghien, A. (2000). Designing teaching situations in the secondary school. In R. Millar, J. Leach, & J. Osborne (Eds.). *Improving science education: The contribution of research*. Philadelphia, United States of America: Open University Press.
- Trazzi, P. S. S., & Oliveira, I. M. (2016). O processo de apropriação dos conceitos de fotossíntese e respiração celular por alunos em aulas de biologia. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 18(1), 85-106. <http://doi.org/10.1590/1983-21172016180105>
- Trindade, M., & Rezende, F. (2010). Novas perspectivas para a abordagem sociocultural na educação em ciências: Os aportes teóricos de John Dewey e de Ludwig Wittgenstein. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 487-504. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART1_Vol9_N3.pdf
- Trivelato, S. L. F., & Tonidandel, S. M. R. (2015) Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de Ensino de Biologia. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 7(n.esp), 97-114. <http://doi.org/10.1590/1983-2117201517s06>
- Zanon, D. A. V., & Freitas, D. D. (2007). A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. *Ciências & Cognição*, 10(4), 93-103. Recuperado de <http://www.cdcc.usp.br/maomassa/doc/m317150.pdf>
- Zarth, S. M. (2013). *Temas Transversais no ensino fundamental: Educação para a Saúde e Orientação Sexual*. (Tese de doutorado). Programa de Pós-graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Recuperado de <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/70234>
- Schnetzler, R., & Santos, W. L. P. (2003). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí, RS: Unijuí.
- Vigotski, L. S. (2009). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo, SP: Martins Fontes.
- Vigotski, L. S. (2011). *Pensamento e linguagem*. São Paulo, SP: Martins Fontes.

Recebido em: 22.06.2018

Aceito em: 08.04.2019